



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Influencia del Extracto de Algas *Rhodophyta* en los Parámetros
Fisicoquímicos de Suelos Contaminados del Botadero de Mala, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Cárdenas Mancilla, Diana Stephany (ORCID: 0000-0001-8733-6508)

Quispe Laura, Alyn Angie (ORCID: 0000-0001-7194-6352)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a mis padres, a mi hijo y esposo, quienes son el soporte esencial y la razón para cumplir todas mis metas que con su apoyo incondicional pude terminar mi carrera profesional y sobre todo con la bendición de Dios por darme salud y fuerza para seguir adelante.

Cardenas Mancilla, Diana Stephany

Esta investigación se la dedico a Dios y a mis padres quienes son el sostén de cada paso que doy para lograr mis objetivos, en especial a mi hermana que siempre estará en mi corazón.

Quispe Laura, Alyn Angie

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo, por permitirnos culminar la carrera de Ingeniería Ambiental, a nuestro asesor Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi, por su tiempo, dedicación y guía en la elaboración de la tesis.

Índice de contenido

CARATULA:	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	iv
Índice de tablas	v
RESUMEN	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis.....	17
3.3.1. Población	17
3.3.2. Muestra y muestreo	18
3.3.3. Unidad de análisis.....	18
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de Análisis de Datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
V. DISCUSIONES.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37

Índice de tablas

Tabla Nº 1: Variables, dimensiones e indicadores	25
Tabla Nº 2: Técnicas e instrumentos empleados para la medición de datos.	27
Tabla Nº 3: Datos de los puntos de muestra de suelo contaminado	31
Tabla Nº 4: Parámetros fisicoquímicos de las muestras	31
Tabla Nº 5: Resultados descriptivos para los parámetros de la variable dependiente.....	34
Tabla Nº 6: Prueba de ANOVA a un factor	37
Tabla Nº 7: Correlación de Pearson para concentración vs temperatura, densidad y porosidad.	38
Tabla Nº 8: Correlación de Pearson para concentración vs pH, nitrógeno, fósforo, carbono orgánico, materia orgánica y conductividad eléctrica.	38
Tabla Nº 9: Correlación de Pearson para concentración vs cadmio y plomo	39

Índice de gráficos

Gráfico N° 1: Diseño de investigación	25
Gráfico N° 2: Diagrama del proceso de investigación.....	29

Resumen

El presente estudio de investigación tiene por objetivo evaluar la influencia del Extracto de Algas Rhodophyta en los Parámetros Físicoquímicos de Suelos Contaminados del Botadero de Mala. Donde se empleó un diseño experimental, tipo cuantitativa aplicada, en el cual de manera aleatoria estratificada se fijaron los puntos de muestreo con distribución heterogénea en Zig-zag para obtener las muestras, retirándose los residuos sólidos a un máximo de 1cm de profundidad y se consideró 30cm de profundidad para cada punto de muestra extraída 1Kg por punto, posteriormente se mezclaron y cernieron con un tamizador de 0.6mm para obtener un total de 5Kg de muestra de suelo. Se consideró 250g de suelo por cada maceta, siendo un total de 20 macetas en los que se aplicó los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con 5 repeticiones cada uno. La elaboración y aplicación del extracto de alga, las mismas que fueron lavadas, picadas, pesadas, en concentraciones de 1.25g/L, 1.875 g/L y 2.5g/L, a las aplicaciones T1, T2 y T3 respectivamente; el extracto preparado será regado por aspersión manual a un volumen de 20mL por maceta durante 15 días. De los resultados obtenidos en la investigación, en los parámetros físicos se mantuvieron, asimismo los parámetros químicos de pH de 5,5 a 6,1, Nitrógeno total de 12 a 717mg/Kg, fósforo de 3,30 a 47,75mg/Kg, carbono orgánico de 3256,33 a 13093,04 mg/Kg, materia orgánica de 2,24 a 9.01% y en cuanto a la conductividad eléctrica se obtuvo una reducción de 4,98 a 4,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$; resaltando que los metales pesados, cadmio tuvo un valor inicial de 24,52 y fue disminuyendo a 22,36; 20,57 Y 18,93 con dando una reducción máxima del 22.80% a una concentración de 2.5%; mientras que el plomo varió de 14,63 como concentración inicial a 13,93; 13,10 y 12,31 mg/Kg Finalmente se concluye que No altera las propiedades físicas del suelos, Mejorando en los parámetros químicos, demostrando que el aumento en las concentraciones del extracto del alga Rhodophyta tiene una alta correlación positiva y cabe resaltar que se tiene un ligero efecto remediador sobre los metales pesados.

Palabras clave: aspersión, cernir, heterogénea y tamizado

Abstract

The present research study aims to evaluate the influence of the Rhodophyta Algae Extract on the Physicochemical Parameters of Contaminated Soils from the Mala Dump. Where an experimental design was used, applied quantitative type, in which the sampling points with a heterogeneous distribution in Zig-zag were fixed in a stratified random way to obtain the samples, removing the solid waste to a maximum of 1 cm depth and it was considered 30cm deep for each point of sample extracted 1Kg per point, then they were mixed and sifted with a 0.6mm sieve to obtain a total of 5Kg of soil sample. 250g of soil was considered for each pot, being a total of 20 pots in which the treatments T0, T1, T2 and T3 were applied with 5 repetitions each. The elaboration and application of the seaweed extract, the same ones that were washed, chopped, weighed, in concentrations of 1.25g / L, 1.875 g / L and 2.5g / L, to the applications T1, T2 and T3 respectively; The prepared extract will be watered by manual spraying at a volume of 20mL per pot for 15 days. From the results obtained in the research, in the physical parameters, the chemical parameters of pH 5.5 to 6.1, total nitrogen from 12 to 717mg / Kg, phosphorus from 3.30 to 47.75mg / Kg were maintained. , organic carbon from 3256.33 to 13093.04 mg / Kg, organic matter from 2.24 to 9.01% and regarding electrical conductivity a reduction from 4.98 to 4.38 $\mu\text{S} / \text{cm}$ was obtained; highlighting that heavy metals, cadmium had an initial value of 24.52 and was decreasing to 22.36; 20.57 and 18.93 with giving a maximum reduction of 22.80% at a concentration of 2.5%; while lead varied from 14.63 as an initial concentration to 13.93; 13.10 and 12.31 mg / Kg. Finally, it is concluded that it does not alter the physical properties of the soil, improving the chemical parameters, showing that the increase in the concentrations of the extract of the Rhodophyta alga has a high positive correlation and it should be noted that has a slight remedial effect on heavy metals.

Keywords: spraying, sifting, heterogeneous and sieving.

I. INTRODUCCIÓN

Al transcurrir los años el desarrollo industrial y social que se ha tenido a nivel global no ha ido acorde con el desarrollo tecnológico para la recuperación de suelos contaminados. Muchos de los contaminantes son arrastrados por los efluentes suelen quedar impregnados en el suelo y el proceso de remediación de este medio conlleva un alto costo económico. (González, Romero y Echeverría 2020, p. 2).

Un acontecimiento que se viene dando actualmente es la disposición de los residuos sólidos provenientes de las urbes, generando un gran problema ambiental y disminuyendo las áreas cultivables. Por ejemplo, en México en el 2005 se encontraron 95 botaderos siendo uno de los estados más afectados Nuevo León, lo que esto conllevó a una serie de alteraciones del suelo por la generación de lixiviados (Sánchez, Cruz y Maldonado 2020, p. 1). Al igual que México, muchos de los países subdesarrollados se encuentran con un severo problema con los residuos sólidos; siendo la generación de residuos sólidos más acelerada que el proceso de tratamiento o capacidad en los rellenos sanitarios.

De igual modo, en Perú, la contaminación se ha extendido debido a la falta de rellenos sanitario. En muchos de los distritos del país se encuentran “botaderos” los cuales son el origen de la contaminación ambiental; sumando a la irresponsabilidad de la comunidad y el sistema ineficiente con el que cuentan las municipalidades para eliminar estos residuos sólidos que van en aumento ocasionan una fuente de proliferación de enfermedades, que en el peor de los casos llega a la mortalidad infantil (INEI, J., 2019, p. 95).

La contaminación por residuos sólidos afecta a los distintos medios, a pesar de que se encuentre directamente sobre el suelo, también contamina el aire y el agua, como lo mencionan León et al., el contaminante puede trasladarse por medios porosos o fracturados, saturados o no saturados, llegando a un medio acuoso que le permite dispersarse (2015, p. 3). Los lixiviados que son generados por los residuos sólidos, por lo general poseen una gran gama de contaminantes, tanto orgánicos como inorgánicos. Dentro de los compuestos inorgánicos se encuentran Na, Ca, Mg, K, Cl, NH₄⁺, Mn, Fe, SO₄, HCO₃⁻, como también metales pesados como el Cr, Cd, Cu, Pd, Zn, Ni, entre otros compuestos como son los xenobióticos (Torres et al. 2014, p.1).

Estos lixiviados a medida que percola en el suelo van dejando remanentes generando de esta forma la acidificación del suelo y con ello la contaminación. Un índice de pH bajo se clasifica como un suelo ácido, pero esto se debe a las grandes cantidades de aluminio cambiante y catión sodio ambos, los cuales son nocivos para los cultivos (Bernal et al. 2015, p. 8).

El Perú es un país con escaso suelo potencial para hacer utilizados ya que mayormente encontramos suelos de protección al 42% y en cuanto a la agricultura, el suelo aprovechable es muy limitado; cabe mencionar que el 40% de los suelos de la costa están afectados por la salinización ya que anualmente se presenta el fenómeno del niño, del mismo modo, los suelos andinos agropecuarios son afectados por procesos de erosión y en nuestra Amazonía peruana el 60% de los suelos se encuentran en abandono (MINAGRI, 2017).

Sin embargo, la contaminación del ambiente, aunada a las necesidades de alimento y energía, ha conducido a la posibilidad de explorar la recirculación y recuperación de suelos contaminados (Ferrera et al., 2016). En este contexto, el uso de algas marinas como biofertilizante se ha incrementado en los últimos tiempos, debido a que las algas marinas contienen sustancias bioactivas como: minerales, vitaminas, compuestos orgánicos, mucilaginosas los cuales ayudan a retener los nutrientes y la humedad en las capas del suelo (Gonzales et al, 2015).

Esta investigación se justifica con el fin de servir de referencia para futuras investigaciones, así como en el enfoque ambiental a manera de tecnología innovadora para poder mejorar la calidad de áreas degradadas por botaderos, de este modo proteger la salud de los habitantes de las zonas afectadas y evitar el deterioro del medio ambiente y de este modo preservar y proteger el medio ambiente para futuras generaciones. Ya se ha comprobado la efectividad de las algas como potenciales fertilizantes (Alobwede, Leake, y Pandhal, 2019), como también se ha demostrado la eficiencia como potencial remediador de la Rhodophyta en medios acuosos (Vizcaíno y Fuentes, 2014). Sin embargo, no se encontró evidencia del estudio de alga como capacidad remediadora en suelos.

A diferencia de la mayoría de los tratamientos de suelos, que suelen ser costosos, este estudio presenta técnicas para poder mejorar los parámetros fisicoquímicos de

un suelo de botadero, de manera natural y eficiente en coste beneficio; por lo que se presenta una alternativa viable para tratar los suelos.

Teniendo en cuenta la problemática que se presenta en los suelos debido a la contaminación de residuos sólidos se plantea el siguiente problema general de investigación ¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros fisicoquímicos de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021? y, como problemas específicos tenemos las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en las propiedades físicas de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021?; ¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en las propiedades químicas de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021?; y, ¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en la presencia de metales pesados de los suelos contaminados del botadero de Mala, 2021?.

Por lo tanto, el presente investigación tiene como objetivo general: Evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros fisicoquímicos de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021; y como objetivos específicos: evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en las propiedades físicas de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021; evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros químicos de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021; y, evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en la presencia de metales pesados de los suelos contaminados del botadero de Mala, 2021.

Y, como hipótesis tenemos: El uso de extracto de algas Rhodophyta influye de manera positiva los parámetros fisicoquímicos del suelo del botadero de Mala, 2021 y como Hipótesis Específicas: El extracto de algas Rhodophyta, mejora las propiedades físicas del suelo del botadero de Mala, 2021; el extracto de algas Rhodophyta mejora los parámetros químicos de los suelos contaminados del botadero de Mala, 2021; y, El uso de extracto de algas Rhodophyta disminuye en la presencia de metales pesados de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Las algas se han usado como mejorador del suelo desde épocas antiguas, debido a su alto contenido de fibra y minerales, en estado fresco son incorporados al suelo del cultivo, son deshidratados para poder elaborar harinas y extractos [...], en la actualidad los productos para la agricultura son a base de algas ocupando el primer lugar en términos de importancia económica (Mateo y Feliciano, 2018). El uso de las algas marinas es una aplicación que se viene ejecutando con distintas finalidades; puede aplicarse con fines de fertilización sobre los suelos de cultivos para aportar los nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta; como también, con fines remediadores en el tratamiento de aguas al eliminar algunos de los contaminantes.

Por ejemplo, Espinosa (2020) tuvo como objetivo analizar las perspectivas de las algas marinas como fuente de extractos bioactivos para la promoción del crecimiento vegetal y la protección de los cultivos; donde describe los principales compuestos con actividad biológica en los extractos de algas marinas y los métodos para su extracción; además, se analizaron los efectos herméticos de estos bioproductos en la germinación de las semillas, el desarrollo radical, el microbioma rizosférico, el rendimiento y calidad de los cultivos, la absorción y asimilación de nutrientes por las plantas, el metabolismo y la fisiología vegetal; así como en la mitigación del estrés abiótico y el manejo de plagas y enfermedades; donde llegó a la conclusión que los metabolitos predominantes en los extractos de algas cubanas sirven para el desarrollo de nuevos bioproductos con fines agrícolas.

Salmerón et al. (2020). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un fertilizante foliar, orgánico, elaborado con extractos de algas marinas (*Algae* (L.)), adicionado con Fe (6%) y Mn (3%), en el contenido de Fe y clorofila de las hojas, tasa de fotosíntesis foliar y rendimiento de frutos de plantas de vid del cultivar (cv.) Sauvignon Blanc. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos (sin aplicación del biofertilizante, con una, dos y tres aplicaciones) y cuatro repeticiones. Las aplicaciones foliares iniciaron al final de la etapa vegetativa en intervalos de 15 días. Los resultados del estudio mostraron que cada aplicación del biofertilizante incrementó proporcionalmente el contenido de hierro de las hojas. Dos aplicaciones aumentaron el contenido relativo de clorofila y se necesitaron tres aplicaciones para incrementar la tasa de fotosíntesis foliar.

Taha (2017) tuvo como objetivo estudiar el efecto de la aspersión foliar con soluciones acuosas de biofertilizante (azolla y extracto de algas verde azul a razón de 1 L / 20L de agua por cada uno, fertilizante orgánico líquido comercial de ácido húmico (HA) a razón de 200 cm³ / 20 L de agua y sus combinaciones sobre crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del fruto Árboles de albaricoque (*Prunus armeniaca* L.). Los resultados obtenidos indicaron que la mayoría de los tratamientos utilizados mejoraron las medias de ancho y largo de la hoja, área de superficie foliar, peso y clorofila total. Mientras que el % de acidez se redujo con todos los tratamientos aplicados para alcanzar los valores mínimos ya sea por tratamientos de algas verde azulado o cuando se mezcla con Azolla o ácido húmico.

Alebidi, 2021. En este estudio se investigó el efecto de la aspersión foliar con extracto de algas y/o nitrato de potasio sobre la cantidad y calidad de los rendimientos de la palmera datilera Barhee durante las temporadas 2017 y 2018. El estudio consistió en rociar dos veces, después de la polinización y un mes después, con extracto de algas en concentraciones de 0.5% y 1.0% y con nitrato de potasio en concentraciones de 1% y 2% aplicado individualmente o en combinaciones. Los resultados obtenidos mostraron que todos los tratamientos aplicados mejoraron el rendimiento y las propiedades de la fruta en comparación con los controles. El aumento en rendimiento y propiedades cualitativas se asoció con concentraciones crecientes de ambos materiales (extracto de algas y nitrato de potasio). Los mejores resultados se detectaron con spray que contenía altas tasas de tratamiento combinado (1% de extracto de algas + 2% de nitrato de potasio) aplicado dos veces en las dos temporadas estudiadas porque, aumentó el rendimiento por palma en comparación al control en aproximadamente un 60,2%, propiedades químicas de la fruta (sólidos solubles totales (TSS); acidez; relación TSS / ácido ; taninos; y azúcares reductores, no reductores y totales) de la palmera datilera Barhee dadas las condiciones experimentales.

Shanthakumar y Kadiyala, 2020. Este estudio recolecto campos australianos con microalgas tolerantes al ácido, *Desmodesmus* sp. MAS1 y *Heterochlorella* sp.

MAS3, solo o en combinación. El aumento en el pH del suelo fue de aproximadamente una unidad (de 4,8 a 5,6 en el suelo A o de 4,3 a 5,3 en el suelo

B) bajo la influencia de cultivos individuales de las cepas de microalgas después de 90 días. Así, el presente estudio informa por probamos la hipótesis de si las microalgas tolerantes al ácido tienen el potencial de mejorar la acidez del suelo y mejorar la salud del suelo a través del enriquecimiento del contenido de carbono. Inoculación de dos suelos ácidos primera vez sobre el gran potencial de las microalgas verdes en la mejora de suelos ácidos además de mejorar la salud y fertilidad del suelo.

Gonzales et al. (2015) tuvieron como objetivo de estudio evaluar el efecto de la aplicación del extracto del alga marina *Sargassum* spp. a una plantación de vid, en el contenido de clorofila, intercambio neto de CO₂, rendimiento y calidad de frutos. El estudio se estableció en dos secciones de 5.2ha dentro de la plantación, a una de ellas se le aplico el extracto al suelo y vía foliar. Para la evaluación del contenido de clorofila en las hojas, rendimiento y calidad del fruto se establecieron tres tratamientos: control (sin aplicación del extracto), con aplicación solo al suelo y aplicación al suelo y foliar. Los resultados del estudio mostraron que la aplicación del extracto del alga marina al suelo y foliar aumento el contenido de clorofila de las hojas (Tukey, $\alpha \leq 0.05$); sin embargo, esto no se reflejó en incremento del rendimiento ni los grados Brix de los frutos. La aplicación del extracto solo al suelo aumento la acidez, mientras que la aplicación al suelo y vía foliar disminuyo el pH.

Il, Nam, Woong, Bajagain y Jeong (2019) investigaron los efectos adversos de los cambios fisicoquímicos del suelo debidos a la remediación sobre los indicadores biológicos *Chlorococcum infusionum* y *Chlamydomonas reinhardtii* (algas) y *Eisenia andrei* (lombriz de tierra). Las propiedades fisicoquímicas del suelo, las concentraciones de metales pesados totales, biodisponibles y solubles en agua en el suelo se midieron antes y después de la remediación. Los cambios en el pH del suelo, la conductividad eléctrica, el nitrógeno y el fósforo totales inmediatamente después de la remediación del suelo fueron las causas principales de la inhibición de la biomasa y la actividad fotosintética observada en *C. infusionum* y *C. reinhardtii*, y la supervivencia, normalidad y comportamiento de excavación. disminución observada en *E. andrei* en suelos remediados mostrando cambios dramáticos en esas propiedades.

Mateo-Cid y Feliciano (2018) evaluaron el efecto de la aplicación de harina seca del alga marina (*Sargassum vulgare*) sobre un suelo pobre y el crecimiento de plantas de cilantro. Los resultados de los análisis realizados al suelo arrojaron que es un suelo arenoso con un pH de 6.4 y CE de 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Al finalizar el experimento los tratamientos que modificaron estas variables fueron el de fertilizante con pH de 5.62 y CE de 1.07 y con 9 g de harina con pH de 7.92 y CE de 0.22 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los resultados de la longitud y peso seco total del cilantro indican que, desde el punto de vista productivo, los mejores efectos en el desarrollo de la planta son generados por la aplicación de 6 y 9 gramos de harina con una mayor longitud y cantidad de biomasa generada, lo que nos indica que el mayor desarrollo de las plantas de cilantro puede estar influenciada por la materia orgánica.

Kholssi et al. (2018) En este experimento se utilizaron cuatro tratamientos con biofertilizantes: (i) Biomasa de *Chlorella sorokiniana* recolectada por centrifugación de cultivos en la fase de crecimiento exponencial y resuspendida en medio de crecimiento agotado (Solución 1); (ii) medio BG11 filtrado utilizado para el cultivo de algas después de recolectar la biomasa de algas (Solución 2); (iii) algas recolectadas que se resuspendieron en medio BG11 fresco (Solución 3); y (iv) medio BG11 fresco (Control). Se hicieron germinar semillas de *Triticum aestivum* en macetas que contenían un sustrato de crecimiento (mezcla de turba vermiculita 1: 1 (v / v)) y se cultivaron durante 15 días con aplicaciones de las cuatro soluciones de tratamiento. En general, la longitud de la planta se incrementó en un 30% con la Solución 2; La biomasa seca total de partes aéreas y subterráneas mejoró en 22% y 51%, respectivamente.

Alobwede, Leake, y Pandhal, (2019). En este estudio se probó los efectos de la adición de algas al suelo cultivable en guisantes de jardín cultivados sobre el crecimiento de las plantas y las propiedades físicas y químicas del suelo. Representantes de cinco especies de algas, que contrastaron en composición elemental, se aplicaron a 0.2, 2 y 4 g kg^{-1} en invernadero y a 24 gm^2 en campo. Estos incluyeron las cianobacterias *Arthrospira platensis* (Spirulina), el alga verde unicelular *Chlorella* sp., El alga roja *Palmaria palmata* y las algas pardas *Laminaria digitata* y *Ascophyllum nodosum*. En el invernadero, con las dosis de aplicación más altas (4 g kg^{-1}), *Chlorella* sp. Y *Spirulina* aumentaron el nitrógeno total del suelo y el fósforo disponible, y *Spirulina* también aumentó las concentraciones de nitrato

del suelo. *P. palmata* y *L. digitata* aumentaron significativamente la inorgánica del suelo (NH_4^+ y NO_3^-) concentraciones en las tres tasas de aplicación. *Chlorella* sp. aumento significativo de P, N y C totales del suelo, P, NH_4 disponible+ -N, y rendimiento de guisantes.

Cóndor (2020, p. 73) el objetivo de este estudio es determinar la biorremoción de plomo en soluciones acuosas mediadas por microalgas a escala de laboratorio. En el proceso de la investigación se evaluó el nivel de biorremoción de plomo en medios acuosos mediadas por microalgas, evaluando la resistencia y biorremoción de microalgas con concentraciones de 10mg/L, 50mg/L, 100mg/L y 200mg/L, así como de fotobiorreactores de columnas con volumen de trabajo de 570mL. Posteriormente se determinó la resistencia al metal, que se evaluó el crecimiento cada 3 días durante 15 días mediante el recuento en la cámara Neubauer. Se concluye en la investigación un alto nivel de eficiencia de biorremoción en el tratamiento tres en un tiempo de evaluación de diez días y con una capacidad de adsorción máxima de 13.86 g/L.

Tamalas (2018, p. 49) esta investigación tiene la finalidad de analizar la contribución de los extractos de algas marinas en ciertos componentes de rendimiento y calidad en el cultivo de papa; Los resultados del trabajo evidenciaron que el rendimiento del suelo incremento en 23.4% en comparación a suelos sin uso de extractos de algas marinas, aumentó la calidad de las pasas cosechadas de primera en 2%, de segunda en 5%, de tercera en 5% y de cuarta en 3%. Concluyendo que las algas marinas aplicadas como suplemento nutricional del cultivo pueden incrementar considerablemente los rendimientos del suelo y las calidades de la cosecha.

Villafuerte (2015, p. 43) su investigación tuvo la finalidad de estudiar la contribución de las algas marinas sobre el cultivo de arroz; el método de trabajo se elaboró mediante un enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance descriptivo, y tuvo como muestra de investigación el recinto Piñal Arriba, ubicado en la provincia del Guayas, México. Los resultados de la investigación evidenciaron que las variables de estudio (días a floración, macollos/planta y panículas/planta) con fertilización de 160 kgN/ha superación la fertilización completa (N160 - P2O540 - K2O60), asimismo se evidencio la contribución sobre las plantas por el uso de algas marinas, mostrando un nivel de 150 kg de Algasoil, en las variables de estudio. Concluyendo que las algas marinas mejoran significativamente el cultivo de arroz, mejorando el

proceso de fertilización y las calidades de las plantas y granos evidenciados en la cosecha.

Ubaldo (2015, p. 55) este estudio tiene como objetivo la finalidad de analizar la contribución del uso de algas marinas para efectos en las características de tres suelos con distinto contenido de carbonatos y en la producción de CO₂; la metodología de investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance descriptivo, y tuvo como muestra de investigación tres suelos con distinto contenido de carbonato. Los resultados evidenciaron que algas marinas en el suelo tiende a ajustar el pH a neutro, es decir, en suelos alcalinos baja el pH y en suelos ácidos lo sube, además baja el contenido de sales. Concluyendo que los grupos de microorganismos presentes en las algas marinas son capaces de generar cambios en el suelo, mejorándolo, especialmente en suelos con alto contenido de carbonatos, ayudando a bajar el contenido de sales y a neutralizar el pH.

López et al (2020) esta investigación tiene el objetivo de desarrollar una revisión bibliográfica sobre la principal literatura acerca de los efectos de las algas como alternativa a sustancias químicas para la fertilización de los suelos; cuyo método de trabajo siguió un enfoque cualitativo, diseño no experimental y alcance descriptivo, con un método de revisión bibliográfico donde analizo la extensa literatura sobre los cambios de las propiedades del suelo en función a las algas. Los resultados de la investigación evidenciaron que las algas marinas tienen un conjunto diverso de sustancias que influyen en el crecimiento y eficiencia de los suelos, favoreciendo las acciones de los microorganismos del suelo y aumentando la absorción de nutrientes por parte de las raíces, y, les otorga a las plantas una mejor resistencia al estrés abiótico. Concluyendo que su utilización brinda un gran resultado positivo para la agricultura sostenible y que respeta el medio ambiente, incrementando la sostenibilidad de la generación de producción agrícola.

Uribe et al (2018, p. 58) este estudio tiene el objetivo de evaluar la contribución de la aplicación de harina seca del alga marina en las características de un suelo pobre donde se cultivan plantas de cilantro; la metodología de investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance descriptivo, y tuvo como muestra el suelo dentro del barrio de Xochiaca, Chimalhuacá, la cual se obtuvo una muestra a una profundidad de 20cm. Los resultados de la investigación

señalaron que de un tipo de suelo arenoso que presenta un pH de 6.4 y CE de 0 mS/cm, estos parámetros se modificaron al finalizar el experimento donde el suelo donde se usó fertilizante obtuvo un pH de 5.62 y CE de 1.07 y en el suelo donde se usó 9g de harina obtuvo un pH de 7.92 y CE de 0.22 mS/cm, asimismo, el cilantro obtenido en el suelo con harina de alga marina se evidencio más grande de longitud y de cantidad de biomasa. Concluyendo que un adecuado crecimiento de las plantas de cilantro estaría determinado por la materia orgánica y también por los compuestos bioactivos que la harina del alga marina contribuye a las características del suelo.

Moreno, 2018. En su estudio realizó la biosorción del Cu y Pb usando cochayuyo; la investigación mostró los estudios realizados de la Biosorción del cobre y plomo, utilizando alga marina Cochayuyo pretratado (*chondracanthus chamissoi*) en efluentes líquidos de la planta concentradora de minerales La Libertad S.R.L. Luego de las pruebas por biosorción realizados en proceso batch, observamos, que la mejor captación del cobre y plomo, se da en la biomasa tratada con CaCl_2 y con un tamaño de partícula T2 (mayor a 0.075 mm) y T1 (menor a 0.075 mm), para cobre y plomo respectivamente. También se ha determinado que los mejores resultados de adsorción de cobre y el plomo, fue empleando cochayuyo (*chondracanthus chamissoi*) con una masa de 0.01g como biosorbente, a condiciones ambientales, a un pH 6, durante un tiempo de 120 minutos. La captación de plomo se ha visto favorecida a bajas concentraciones del metal, y la del Cobre, se favoreció a altas concentraciones iniciales. Se determinó que el cochayuyo (*chondracanthus chamissoi*) que se ha estudiado en esta investigación es un biosorbente potencial para su aplicación en la eliminación del Cobre y plomo en las aguas residuales. También se ha determinado experimentalmente que la captación del Cobre y la del plomo, se ajustan al isoterma de Freundlich y Langmuir, alcanzando, una máxima capacidad de 120.25 mg/g para plomo y 160.859 mg/g para Cobre

Las algas son parte de la flora marina, esta especie realiza y controla los factores de temperatura, iluminación y regulación de los sustratos, así mismo es de suma importancia en la eutrofización del medio acuático, siendo de suma importancia para realizar la fotosíntesis de la cadena trófica acuática (Rodríguez et al., 2018, p. 25).

Las algas Rhodophyta es un phylum perteneciente al reino plantae y son considerada como las algas más notorias y representativas de su familia; así mismo, es la única de toda su familia que es considerada como una macroalga, debido a su enfoque molecular y a su estructura física (García et. al, 2020, p. 15). Entre las características físicas del alga Rhodophyta, se puede visualizar su biotiola ubicado en su ostiolo, el cual se encuentra en la parte central del alga, ahí mismo se sitúa la pínula reproductiva, las cuales están recubiertas por una placenta central, la cual es un filamento ventoso que recubre toda la parte interna del algo, en la cual se realiza toda la actividad biológica de la especie (Loayza, 2019, p. 32).

Las Rhodophyta, son muy abundante en zonas tropicales, donde el agua presenta temperaturas cálidas, este tipo de algas habitan en épocas de verano, y en épocas de invierno migran a las áreas más cálidas del mar para seguir coexistiendo; así mismo, esta especie es la más conocida ya que de su familia existen 89 especies similares, pero es la Rhodophyta la que predomina en un 21% distribuidas en todo el mar atlántico. (Novelo, 2017).

En el Perú, según la distribución geográfica de las algas en el mar del Perú, se evidencia que existen mayor predominio de algas Rhodophyta en el litoral de Ascope, Chepen, Pacasmayo y Trujillo, estas algas en su mayoría se encuentran entre las rocas medio expuestas a la luz solar y a luz del albedo del mar (Rodríguez et. al, 2018, p. 22).

La Rhodophyta posee una capacidad absorbente con algunos materiales y se ha comprobado su efectividad en efluentes contaminados por metales pesados como el Pb, Cd y Zn teniendo una efectividad superior del 90% (Vizcaíno y Fuentes, 2014, p.57).

El suelo es la superficie, en la cual se realizan la mayor cantidad de actividades antropogénicas; además, es considerado un recurso natural, el cual no se puede crear, por ende, se considera un recurso de características finitas (Acuña, 2015, p. 27). Por otro lado, Castelán et al (2017, p. 20) hace mención que el suelo se genera a través de la meteorización y es el lugar donde ocurren los cambios físicos y químicos que dan sustento a todos los seres vivos.

Debido a los diversos usos que brinda el suelo se considera de suma importancia para los servicios ambientales y el principal medio por el cual se realizan los ciclos

biogeoquímicos, por ende, es uno de los medios por el cual se puede realizar actividad agrícola gracias a la fuente de nutrientes que aporta para todos los cultivos (Burbano, 2016, p. 19).

Entre las propiedades más resaltantes e importantes del suelo, se tiene a las propiedades físicas y químicas, siendo las propiedades físicas la textura y estructura del suelo; la textura, es la sensación al tacto, esto se debe al tamaño del poro del suelo el cual influye en la retención de agua y en la movilidad de los minerales y los cationes y aniones de transferencia (Ortiz et. al, 2016, p. 10).

Así mismo otra propiedad física muy importante es el porcentaje de humedad, el cual contribuye en la capacidad de retener el agua proveniente de las precipitaciones y la humedad presente en el aire, el agua es almacenada entre los poros, esta agua es distribuida equitativamente según el tipo de uso de suelo, presentando una mayor retención de humedad en los primeros horizontes del suelo (Castelán et al, 2017, p. 32).

Con respecto a propiedades químicas, se tiene al puente de hidrógeno (pH) el cual es representado por un rango el cual va desde 1 a 14, las óptimas condiciones de pH del suelo de ser entre un 6,5 a 7, ya que en ese rango se considera neutro, esto quiere decir que existe una transferencia de cationes controlada y menos disponibilidad de metales pesados, así mismo la capacidad de intercambio catiónico, es la cantidad de iones de transferencia disponibles para ser entregados a otro mineral e influye en la cantidad de carga eléctrica presente entre cada poro (Acosta, s.f).

Los nutrientes más importantes del suelo son el nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica los carbonatos etc., con respecto a la materia orgánica esta es suma importancia para la conservación de nitrógeno, contribuyendo así al mejoramiento del rendimiento de las plantas, a su vez actúa como una capa protectora para el suelo interviniendo en las actividades microbiológicas y como fuente de alimentación de los cultivos (Orozco, 2016, p. 18).

El nitrógeno es el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas en su ambiente natural. La forma natural es de dos maneras de fijar el nitrógeno por abundancia de energía luminosa para la formación de nitratos (NO₂) y nitritos (NO₃) los cuales llegan al suelo. Es un parámetro que se considera importante en la

caracterización nutricional para el manejo agrícola ya que está adecuado de sustrato compuesta con microorganismos (Orozco, 2016, p. 27).

El fósforo, es un componente muy necesario para el desenvolvimiento de todo cultivo, a su vez el fósforo es el segundo micronutriente más importante del suelo, ya que permite que el suelo tenga una óptima cantidad de nutrientes para para la actividad microbiológica que sucede en él; con respecto al potasio, este es un macronutriente que brinda una óptima salud al suelo y al crecimiento de las plantas ofreciendo una resistencia a las plantas frente a los cambios climáticos.

(Quiñones,2016, p. 33).

Las funciones del suelo están dadas por las diversas acciones y actividades que realiza el suelo por su cuenta, entre ellas se tiene a la producción de alimentos, esta acción es la función más evidente que realiza el suelo, ya que es ahí en la cual se visualiza el trabajo directo que realiza este medio como sostén y fuente de nutrientes los cuales son brindados durante toda la etapa de desarrollo fisiológico del cultivo. El suelo sirve como escenario de los ciclos biogeoquímicos, todos los procesos que tienen los nutrientes están dentro un ciclo, los cuales actúan de manera natural, por lo que el suelo es la principal fuente de acción de estos ciclos, ya que brinda un almacenamiento de nutrientes los cuales son liberados en los diversos ciclos biogeoquímicos tales como el ciclo del nitrógeno, carbono, fósforo y azufre. Por otro lado, el suelo mediante el accionar de las plantas o especies cultivadas en su superficie retiene el carbono y lo libera en concentraciones necesarias para la sobrevivencia y purificación del aire mediante las plantas. Además, sirve como almacén de agua gracias a la facilidad de captar y tener el líquido presente en las lluvias y la humedad del aire (Burbano, 2016, p.34).

Entre los principales problemas que padece el suelo se tiene el deterioro de su calidad, esto se debe a la baja productividad y la alta erosión del suelo, los cuales afectan a la cantidad de nutrientes disponibles. La erosión del suelo afecta a la infiltración del agua, no permite el crecimiento de especies, presenta baja cantidad de micro y macronutrientes, evitándose así la generación de materia orgánica y dañando a los cultivos herbarios. La acidez del suelo, se ve a diferentes procesos biogeoquímicos, los cuales pueden beneficiar o perjudicar al suelo debido a la transformación de los minerales; la variación de la acidez del suelo es causada por la transferencia de iones y cationes de sodio y calcio, provocando así una variación

de la transferencia de cationes positivos al nitrógeno fósforo y potasio, los cuales actúan como agente estabilizadores del pH; en caso ocurra una disminución del pH, puede generar una mayor transferencia de cationes disponibles a los metales pesados provocando así una mayor movilidad de estos (Cotler,2019, p. 29).

Otra causa de la acidez del suelo es por las precipitaciones ácidas, debido al aumento de NOx, causado por el efecto invernadero. La variación de pH en el suelo influye de manera directa al fósforo, el cual ocasiona que la degradación de la materia se demore, ya que, los residuos orgánicos presentes en el suelo empiezan a descomponerse intensificando las enzimas y acidificar los suelos, debido a la falta de fósforo y a la baja cantidad de nitrógeno y potasio disponible. (Hepp,2019, p. 45)

Las características principales de los suelos ácidos presentan una mayor movilidad de cationes transferibles de aluminio +3, un pH menos de 5,5, baja cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, una cantidad escasa de carbonatos y calcio, entre las características físicas se evidencia una baja retención de agua, una densidad estable, una coloración verdosa y olor a huevos podridos. (Aliaga et al, 2016, p.41).

Méndez et al, (2019) indican que el empleo de agroquímicos sintéticos deteriora las condiciones del suelo, debido al incremento de metales pesados, agentes tóxicos y disminuye la fertilidad natural. Además, la poca o nula incorporación de materia orgánica que proporcionan los fertilizantes inorgánicos, hace que los microorganismos benéficos sean perjudicados y afecta la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes.

El Perú tiene 1 millón 285 mil km de suelos a nivel nacional de los cuales se estima que del 54% de suelos tienen baja productividad carecen de algún tipo cultivo o especie vegetativa, de este promedio se obtiene que un 40% de estos suelos se ubican en la zona costera de nuestro país (INEI, 2014).

MINAM (2015) hace mención que los suelos de baja productividad carecen de algún tipo de tratamiento, esto se debe a que en nuestro país los suelos tienen el uso de ser suelos para construcción de viviendas y edificaciones.

INEI (2017) hace mención que según el último censo realizado la población total de todo el país es 32,17 millones de las cuales un 42% de esta población se sitúa en

las zonas costeras de nuestro país, esta población genera un excesivo daño y alteración a la composición del suelo generando así una baja productividad de ellos. La OEFA (s.f) hace mención que Lima genera diariamente 7400 toneladas de residuos, lo cual corresponde a 0,65 kg por habitante día, así mismo solo se recolecta un 88%, siendo el 12 %, de residuos los que terminan dispuestos en la calle, por la mala gestión y por falta de conciencia de la población, la cual no dispone sus residuos adecuadamente. Se estima que para el 2034 se generan 16 053,80 toneladas de residuos diariamente solo en Lima metropolitana, presentando una composición de chatarra 1,3%, latas 1,4%, vidrios 3,8%, papel 0,67%, cartón 0,1%, plásticos 9,1%, y residuos orgánicos en un 51,6%, así mismo se evidencia que los residuos orgánicos son los que al estar en contacto con el suelo, generan una descomposición.

Añadido a la mala gestión de algunas municipalidades, en algunos distritos se ha evidenciado la inadecuada disposición de residuos sólidos en la vía pública. Frente a este problema la OEFA indica que el Perú, posee 10 rellenos sanitarios, en los cuales se debe realizar la disposición final de todos los residuos generados (Hepp, 2019, p.37).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

El tipo de investigación es cuantitativa aplicada, porque se busca dar una solución factible al problema de la infertilidad de suelos contaminados por residuos sólidos. La investigación aplicada ha generado indicios aplicables, asimismo para un relevante y eficiente desarrollo (McWilliams al., 2019, p. 1).

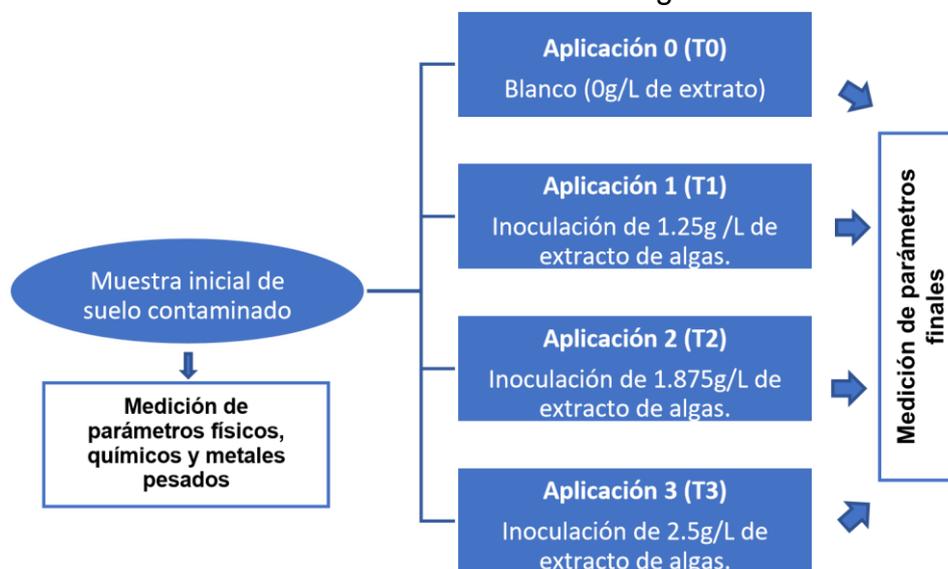
El diseño del presente estudio es experimental; Nel (2010, p. 50) señala que un diseño experimental se entiende como una técnica estadística donde se manipula intencionalmente la variable independiente del estudio para poder estudiar y cuantificar sus secuelas en la variable dependiente.

En el proceso de investigación se tomará en cuenta la elaboración y aplicación del extracto de alga en distintas concentraciones, las mismas que serán rociadas a las muestras de estudio. Las algas Rhodophyta, las cuales serán lavadas, picadas,

pesadas, para luego realizar los siguientes procesos: Licuado de algas, filtrado del extracto, obtención del extracto.

Para la elaboración del extracto de alga se consideró las concentraciones de 1.25g/L, 1.875 g/L y 2.5g/L correspondientes a las aplicaciones T1, T2 y T3 respectivamente; el extracto preparado será regado por aspersion manual a un volumen de 20mL por maceta durante 15 días. La aplicación y concentración están basadas en los antecedentes de otros autores que aplicaron la Rhodophyta en otros tratamientos como Zamora et al (2021, p.3773) y Cruzado (2021, p.44).

Gráfico N° 1: diseño de investigación



3.2. Variables y operacionalización

Se identificó como variable independiente al extracto de alga Rhodophyta y como variable dependiente suelos contaminados.

Tabla N° 1: Variables, dimensiones e indicadores

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Independiente: Extracto de alga Rhodophyta	Concentración de algas	Masa de algas por volumen de agua	g/L

	Cantidad aplicada	Volumen aplicado por cantidad de muestra	mL/g
Dependiente: Suelos contaminados	Propiedades físicas	Temperatura	°C
		Textura	USDA
		Porosidad	%
		Densidad	Kg/m ³
	Propiedades químicas	Potencial de hidrógeno	pH
		Nitrógeno total	mg/Kg
		Fósforo	mg/Kg
		Carbono	mg/Kg
		Materia orgánica	%MO
		Conductividad eléctrica	µS/cm
	Presencia de metales pesados	Cadmio	mg/Kg
	Plomo	mg/Kg	

3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La población de una investigación se constituye por un conjunto de unidades de análisis son de material de estudio, quienes presentan una característica en común, el cual debe ser de atención del investigador (Nel, 2010; Hernández, Fernández y Batista, 2010, p. 175). El presente estudio tiene como población el área total de suelo contaminado por el botadero de Mala, el cual cuenta con 12,76ha en el cual, la municipalidad distrital de Mala, estima que al día se arrojan aproximadamente 20tn por día.

3.3.2. Muestra y muestreo

La muestra de la investigación se entiende como un subgrupo de la población de estudio, del cual se obtendrán los datos, y que tiene que delimitarse con anticipación. Estos datos de la muestra serán representativos para la población (Nel, 2010, p. 125; Hernández, Fernández y Batista, 2010, p. 175).

Se realizó una visita in situ al botadero de Mala, en el cual de manera aleatoria estratificada se fijaron los puntos de muestreo detallada en el Anexo 3 de la ficha de recolección de datos para muestreo de Suelos, basados en el DS N°0022013MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos – 2014. El muestreo será realizado en patrones con distribución heterogénea en Zig-zag para obtener las muestras.

Para el muestreo se tuvo en cuenta la ubicación y accesibilidad a los puntos de extracción de la muestra, primero se retiró los residuos sólidos de la superficie a un máximo de 1cm de profundidad y posteriormente se aplicó una distribución heterogénea en zigzag y se consideró 30cm de profundidad para cada punto de muestra extraída.

Se realizó un muestreo de 10 puntos de los cuales se extrajeron 1Kg por punto y posteriormente se mezclaron y cernieron con un tamizador de 0.6mm para obtener un total de 5Kg de muestra de suelo.

3.3.3. Unidad de análisis

Se consideró 250g de suelo por cada maceta. Siendo un total de 20 macetas en los que se aplicaron los tratamientos T0, T1, T2 y T3 con 5 repeticiones cada uno.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizó la técnica de experimentación bajo instrumentos de laboratorio. Para la aplicación de la experimentación no se requiere ningún trabajo de organización y análisis previo (Nel, 2010, p. 125; Hernández, Fernández y Batista, 2010, p. 196), más que aquellos otorgados por el laboratorio mediante las pruebas explicadas en la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos empleados para la medición de datos.

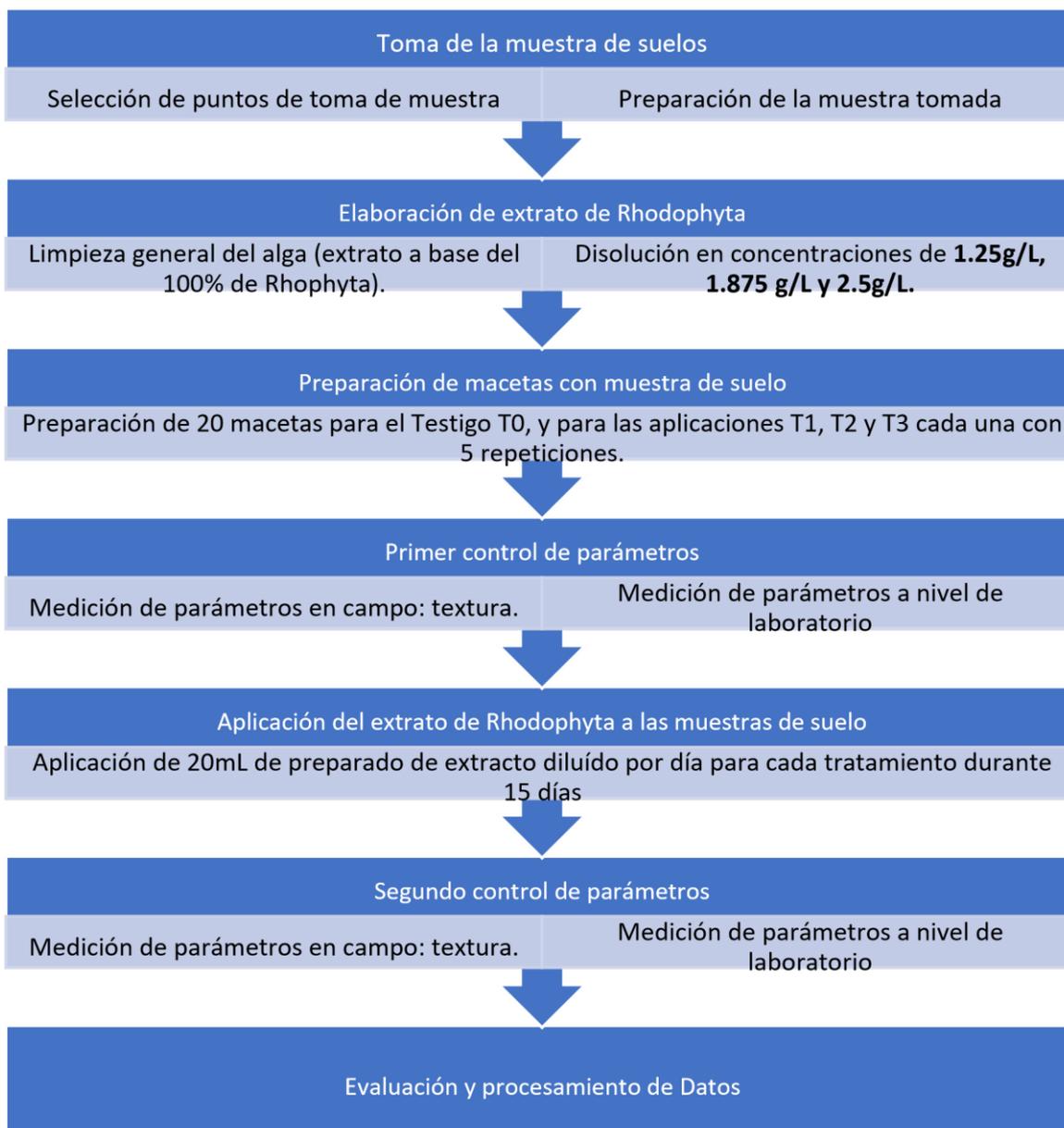
Parámetro	Técnica	Instrumento
Masa de algas por litros de agua	Medición de peso y volumen	Balanza y probeta
Volumen aplicado por cantidad de muestra	Riego por rociado	Rociador manual
Temperatura	Medición de temperatura	Termómetro de suelos
Textura	Clasificación USDA	Pirámide de clasificación USDA
Porosidad	Gravimetría	Parafina e inmersión en agua
Parámetro	Técnica	Instrumento
Densidad	Cilindro metálico	Cilindro metálico y horno a 105°C
Potencial de hidrógeno	Medición de pH	pH-metro digital
Nitratos	Espectrofotometría	Espectrofotómetro
Fosfatos	Espectrofotometría	Espectrofotómetro
Carbonatos	Espectrofotometría	Espectrofotómetro
Materia orgánica	Calcinación	Mufla a 700°C

Conductividad eléctrica	Medición de conductividad de iones	Conductímetro
Cadmio	Espectrofotometría	Espectrofotómetro
Plomo	Espectrofotometría	Espectrofotómetro

3.5. Procedimientos

El procedimiento para obtener los parámetros medibles se realizó en el laboratorio **WORLD CLEAN LABORATORY S.A.C.**, antes de la inoculación del extracto y posterior a las aplicaciones de los tratamientos (T0, T1, T2 y T3); Para poder evaluar el efecto que tienen las algas Rhodophyta en los parámetros físicos y químicos, tanto en la fertilización del suelo como en el efecto sobre los metales pesados (Cd y Pb); los procedimientos del laboratorio siguen las normativas según NTP ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Gráfico N° 2: Diagrama del proceso de investigación



3.6. Método de Análisis de Datos

Los datos aportados serán introducidos y procesados en el programa IBM SPSS Statistics 23; mediante el programa se considerará cada parámetro como un ítem. Considerando en la variable independiente la dimensión concentración de alga con el ítem masa de algas por litros de agua, y para la dimensión cantidad aplicada el ítem volumen aplicado por cantidad de muestra; mientras que, la variable dependiente tiene como dimensiones propiedades físicas, bajo los ítems temperatura, textura, porosidad y densidad; para la dimensión propiedades

químicas, los ítems potencial de hidrógeno, nitrógeno total, fosforo, carbono orgánico, materia orgánica y conductividad eléctrica; por último la dimensión presencia de metales pesados tendrá como ítems cadmio y plomo.

Cada tratamiento y el testigo cuentan con 5 repeticiones; por lo que se aplicará la prueba estadística ANOVA para comparar la media poblacional de los tratamientos aplicados.

Luego, se procederá a aplicar Pearson para determinar el grado de correlación entre los indicadores de la variable independiente con la variable dependiente.

3.7. Aspectos éticos

Reyes y Rojas (2001, p.68) señalan que la atención de principios morales fundamentales vinculados a una diversidad de asuntos que incorporan desde la indagación científica de los datos hasta el tratamiento con personas. Para esta investigación la información recopilada tiene reconocimiento de los autores correspondientes descritos en la bibliografía. Cabe resaltar, que se respetan los derechos de autor.

De igual manera, los datos recopilados tienen veracidad científica, al ser respaldado la ficha de recolección de datos bajo tres profesionales especializados en el campo de suelos, aguas y flora silvestre. Como también, tienen el respaldo del laboratorio (Nombre del laboratorio).

Este documento de tesis ha sido evaluado en el programa Turnitin siendo habiendo cumplido con los requisitos de autenticidad. Es decir, que la elaboración de la tesis es completamente de nuestra autoría.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla Nº 3: Datos de los puntos de muestra de suelo contaminado

Recolección de datos de la muestra de suelo					
Fecha: 09-10-2021			Lugar: Botadero Zona de Calicanto (Mala)		
Punto	Coordenadas		Punto	Coordenadas	
	Este	Norte		Este	Norte

1	326721	8593295	6	326736	8593303
2	326724	8593300	7	326742	8593302
3	326728	8593296	8	326745	8593307
4	326729	8593301	9	326749	8593305
5	326734	8593299	10	326749	8593310
Observaciones y características generales:					
Área contaminada con residuos sólidos origen urbano.					

Tabla N° 4: Parámetros fisicoquímicos de las muestras

Recolección de datos de los parámetros					
Fecha de toma de parámetros:	10/11/2021		25/11/2021		
	Sin tratamiento	Aplicación de 20mL de extracto de Rhodophyta durante 15 días			
Parámetros evaluados	Muestra inicial	T0 0g/L	T1 1.25g/L	T2 1.875 g/L	T3 2.5g/L
Temperatura (°C)	22	21	21	21	21
		21	21	21	21
		21	21	21	21
		21	21	21	21
		21	21	21	21
Textura (USDA)	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso
		F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso
		F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso

		F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso
		F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso	F. arenoso
Porosidad (%)	45,09	45,28	44,91	45,66	45,28
		44,91	45,28	45,28	45,28
		44,91	44,91	45,28	45,28
		45,28	45,66	45,28	45,28
		45,28	44,91	45,28	45,28
Densidad aparente (g/cm³)	1.46	1.45	1.46	1.44	1.45
		1.46	1.45	1.45	1.45
		1.46	1.46	1.45	1.45
		1.45	1.44	1.45	1.45
		1.45	1.46	1.45	1.45
Potencial de hidrógeno (pH)	5.50	5.50	5.93	6.12	6.14
		5.51	5.90	6.28	6.32
		5.50	5.86	6.13	6.24
		5.49	5.83	6.13	6.15
		5.51	5.97	5.99	6.09
Nitrógeno total (mg/Kg)	12	12	387	567	712
		12	380	568	715
		12	379	574	720
		12	376	563	722
		12	378	578	716
Fosforo total (mg/Kg)	3,28	3,25	19,33	35,33	48,00
		3,37	19,67	35,25	48,17
		3,28	20,25	34,92	47,33
		3,29	19,58	36,17	47,58
		3,35	19,50	35,83	47,67
	3256,46	3256,46	7066,96	10353,91	13001,74

Carbono orgánico (mg/Kg)		3255,76	6939,13	10372,17	13056,52
		3256,50	6920,87	10481,74	13147,83
		3256,45	6866,09	10280,87	13184,35
		3256,48	6902,61	10554,78	13074,78
Materia orgánica (%MO)	4,86	2,25	4,75	7,07	9,05
		2,24	4,72	7,21	9,00
		2,18	4,76	7,26	9,07
		2,26	4,86	7,12	8,95
		2,25	4,77	7,14	8,98
Conductividad eléctrica (µS/cm)	5.0	4.9	4,9	4,5	4,3
		5.0	4,8	4,6	4,4
		4.9	4,7	4,5	4,3
		5.1	4,9	4,7	4,5
		5.0	4,8	4,6	4,4
Cadmio (mg/Kg)	24,526	24,524	22,566	20,761	19,103
		24,516	22,825	20,993	19,310
		24,498	22,750	20,935	19,265
		24,517	21,752	20,016	18,417
		24,522	21,903	20,153	18,549
Plomo (mg/Kg)	14,650	14,646	13,771	12,947	12,173
		14,589	13,589	12,779	12,004
		14,643	14,232	13,382	12,576
		14,632	13,886	13,059	12,265
		14,649	14,162	13,315	12,516

En la tabla N°4 se observan los resultados de cada uno de los parámetros tomados de las muestras, en primera instancia se midió el valor inicial de los 5Kg de muestra; luego de 15 días de haber aplicado las tres concentraciones distintas (T1, T2 y T3) más el blanco (T0) se procedió a medir los valores finales de las 4 aplicaciones que contaban con 5 repeticiones cada una; es decir de las 20 macetas; obteniendo los

parámetros de Temperatura (°C), Textura (USDA), Porosidad (%), Densidad aparente (g/cm³), Potencial de hidrógeno (pH), Nitrógeno total (mg/Kg), Fósforo total (mg/Kg), Carbono orgánico (mg/Kg), Materia orgánica (%MO), conductividad eléctrica (µS/cm), Cadmio (mg/Kg) y Plomo (mg/Kg) para cada una de las repeticiones de las aplicaciones (A0, A1, A2 y A3).

Tabla N° 5: Resultados descriptivos para los parámetros de la variable dependiente

	N	Media	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
temperatura						
,000		21,0000	21,0000	21,0000		21,00
1,250	5	21,0000	21,0000	21,0000	21,00	21,00
1,875	5	21,0000	21,0000	21,0000	21,00	21,00
2,500	5	21,0000	21,0000	21,0000	21,00	21,00
Total	20	21,0000	21,0000	21,0000	21,00	21,00
Densidad						
,000	5	1,4540	1,4472	1,4608		1,46
1,250	5	1,4540	1,4429	1,4651	1,45	1,46
1,875	5	1,4480	1,4424	1,4536	1,44	1,45
2,500	5	1,4500	1,4500	1,4500	1,44	1,45
Total	20	1,4515	1,4488	1,4542	1,45	1,46
pH						
,000	5	5,5020	5,4916	5,5124	5,49	5,51
1,250	5	5,8980	5,8292	5,9668	5,83	5,97
1,875	5	6,1300	6,0025	6,2575	5,99	6,28
2,500	5	6,1880	6,0744	6,3016	6,09	6,32

	Total	20	5,9295	5,7962	6,0628		6,32
N	,000	5	12,0000	12,0000	12,0000		12,00
	1,250	5	380,0000	374,8057	385,1943	12,00	387,00
	1,875	5	570,0000	562,6019	577,3981	376,00	578,00
	2,500	5	717,0000	712,0333	721,9667	563,00	722,00
	Total	20	419,7500	292,9744	546,5256	712,00	722,00
F	,000	5	3,3080	3,2457	3,3703	12,00	3,37

		5	19,6660	19,2319	20,1001	19,33	20,25
	1,250	5	35,5000	34,8837	36,1163	34,92	36,17
	1,875	5	47,7500	47,3333	48,1667	47,33	48,17
	2,500	5	47,7500	47,3333	48,1667	47,33	48,17
	Total	20	26,5560	18,5301	34,5819	3,25	48,17
C	,000	5	3256,3300	3255,9336	3256,7264	3255,76	3256,50
	1,250	5	6939,1320	6844,2797	7033,9843	6866,09	7066,96
	1,875	5	10408,6940	10273,5990	10543,7890	10280,87	10554,78
	2,500	5	13093,0440	13002,3467	13183,7413	13001,74	13184,35
	Total	20	8424,3000	6649,1699	10199,4301	3255,76	13184,35
MO	,000	5	2,2360	2,1962	2,2758	2,18	2,26
	1,250	5	4,7720	4,7067	4,8373	4,72	4,86
	1,875	5	7,1600	7,0667	7,2533	7,07	7,26
	2,500	5	9,0100	8,9485	9,0715	8,95	9,07
	Total	20	5,7945	4,5721	7,0169	2,18	9,07
CE	,000	5	4,9800	4,8761	5,0839	4,90	5,10
	1,250	5	4,8200	4,7161	4,9239	4,70	4,90
	1,875	5	4,5800	4,4761	4,6839	4,50	4,70

		5				4,30	
	2,500		4,3800	4,2761	4,4839		4,50
	Total	20	4,6900	4,5745	4,8055	4,30	5,10
Cd	,000	5	24,5154	24,5026	24,5282	24,50	24,52
	1,250	5	22,3592	21,7417	22,9767	21,75	22,83
	1,875	5	20,5716	20,0062	21,1370	20,02	20,99
	2,500	5	18,9288	18,4113	19,4463	18,42	19,31
	Total	20	21,5938	20,5816	22,6059	18,42	24,52
Pb	,000	5	14,6318	14,6010	14,6626	14,59	14,65
	1,250	5	13,9280	13,5945	14,2615	13,59	14,23
	1,875	5	13,0964	12,7836	13,4092	12,78	13,38
	2,500	5	12,3068	12,0106	12,6030	12,00	12,58
	Total	20	13,4908	13,0609	13,9206	12,00	14,65

En la tabla N°5 se puede observar el promedio de cada uno de los parámetros de las variables, como también los valores mínimos y máximos recopilados según la base de datos.

Para el parámetro de temperatura no hubo variación en el promedio; siendo los valores de 21°C.

El promedio para la densidad es de 1,45 mg/cm³ para todas las aplicaciones (T0, T1, T2 y T3). Por lo que, no mostraron variaciones significativas.

Para el parámetro pH, los promedios son 5,5; 5,9; 6,1; 6,2 para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar un ligero ascenso hacia la neutralidad del suelo.

Para el parámetro nitrógeno total los promedios son 12,00; 380,00; 570,00 y 717,00 mg/Kg para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar un aumento en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

Para el parámetro fósforo los promedios son 3,30; 19,67; 35,50 y 47,75 mg/Kg para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar un aumento en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

Para el parámetro carbono orgánico los promedios son 3256,33; 6939,13; 10408,69 y 13093,04 mg/Kg para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar un aumento en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

Para el parámetro materia orgánica los promedios son 2,23; 4,77; 7,16 y 9,01 % para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar un aumento en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

Para el parámetro conductividad eléctrica los promedios son 4,98; 4,82; 4,58; y 4,38 $\mu\text{S/cm}$ para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar un descenso en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

Para el parámetro cadmio los promedios son 24,52; 22,36; 20,57 y 18,93 mg/Kg para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar una disminución en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

Para el parámetro plomo los promedios son 14,63; 13,93; 13,10 y 12,31 mg/Kg para las aplicaciones T0, T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo que, se puede observar una disminución en el parámetro según aumenta la concentración aplicada.

En síntesis, de acuerdo con los valores promedios, no se observó variación para el parámetro temperatura y densidad. Mientras que, para el parámetro pH se observó una ligera variación; sin embargo, los parámetros nitrógeno, fósforo, carbono orgánico, materia orgánica y conductividad eléctrica aumentan según aumenta la concentración aplicada; a diferencia, de los parámetros cadmio y plomo, que disminuyen según aumenta la concentración aplicada.

Se procedió a realizar la prueba de ANOVA a un factor, para determinar si realmente existe diferencias significativas entre los promedios de los parámetros *según la concentración aplicada.

Tabla N° 6: Prueba de ANOVA a un factor

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

temperatura					
Entre grupos	,000	3	,000		
Dentro de grupos	,000	16	,000		
Total	,000	19			
Densidad					
Entre grupos	,000	3	,000	1,385	,284
Dentro de grupos	,001	16	,000		
Total	,001	19			
pH					
Entre grupos	1,454	3	,485	87,873	,000
Dentro de grupos	,088	16	,006		
Total	1,542	19			
N					
Entre grupos	1393863,750	3	464621,250	26934,565	,000
Dentro de grupos	276,000	16	17,250		
Total	1394139,750	19			
F					
Entre grupos	5585,612	3	1861,871	15393,722	,000
Dentro de grupos	1,935	16	,121		
Total	5587,547	19			
C					
Entre grupos	273243139,969	3	91081046,656	15833,937	,000
Dentro de grupos	92036,286	16	5752,268		
Total	273335176,255	19			
MO					
Entre grupos	129,562	3	43,187	14516,784	,000
Dentro de grupos	,048	16	,003		
Total	129,610	19			
CE					
Entre grupos	1,046	3	,349	49,810	,000
Dentro de grupos	,112	16	,007		
Total	1,158	19			
Cd					
Entre grupos	86,344	3	28,781	183,174	,000
Dentro de grupos	2,514	16	,157		
Total	88,858	19			

Pb	15,252	3	5,084	105,322	,000
Entre grupos	,772	16	,048		
Dentro de grupos					
Total	16,025	19			

Para el parámetro temperatura no hubo resultados ya que los valores son todos iguales (21°C).

Para los parámetros de densidad y pH, la significancia es mayor a 0,05; por lo que, se acepta la hipótesis nula y se puede afirmar con un 95% de confianza que no existe una diferencia significativa entre los promedios.

Para los parámetros nitrógeno, fósforo, carbono orgánico, materia orgánica, conductividad eléctrica, cadmio y plomo, la significancia es menor a 0,05; por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se puede firmar con un 95% de confianza que por lo menos para uno de los tratamientos los promedios difieren.

Para poder determinar el grado de relación entre el parámetro de la variable independiente y los parámetros de las variables dependientes se procedió a realizar la correlación de Pearson.

Tabla N° 7: Correlación de Pearson para concentración vs temperatura, densidad y porosidad.

	temperatura	Densidad	Porosidad
CONCENTRACIÓN	. ^a		
Correlación de Pearson		-,340	. ^a
Sig. (bilateral)	.	,143	.
N	20	20	0

En la tabla N°7 podemos observar que, el valor de p calculado (sig.) entre el tratamiento y la densidad es de 0,143; por lo que se acepta la hipótesis nula y se puede afirmar con un 95% de confianza que no existe una corrección entre el tratamiento y la densidad.

En caso de los parámetros de temperatura y porosidad, las variaciones son despreciables.

Tabla N° 8: Correlación de Pearson para concentración vs pH, nitrógeno, fósforo, carbono orgánico, materia orgánica y conductividad eléctrica.

	pH	N	F	C	MO	
CONCENTRACIÓN						CE
Correlación de Pearson	,957**	,999**	,989**		,990**	
Sig. (bilateral)				,990**		-,920**
N	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	20	20	20	20	20	20

En la tabla N°8 podemos observar que, el valor p calculado (sig.) para todos los parámetros es de 0,00; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un 95% de confianza podemos afirmar que si existe una correlación entre la concentración aplicada (T0, T1, T2 y T3) y los parámetros químicos (pH, nitrógeno total, fósforo, carbono orgánico, materia orgánica y conductividad eléctrica)

Para todos los parámetros pH, nitrógeno total, fósforo, carbono orgánico, materia orgánica, la significancia es muy cercana al valor +1; por lo que demuestra una alta correlación positiva; es decir, son directamente proporcionales.

A diferencia del parámetro conductividad eléctrica, que el valor de correlación es muy cercano al valor -1; por lo que demuestra una alta correlación negativa; es decir, son inversamente proporcionales

Tabla N° 9: Correlación de Pearson para concentración vs cadmio y plomo

	Cd	
CONCENTRACIÓN		Pb
Correlación de Pearson	-,978**	-,953**
Sig. (bilateral)	,000	,000
N	20	20

En la tabla N°9 podemos observar que, el valor p calculado (sig.) para los parámetros es de 0,00; por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un 95% de confianza podemos afirmar que si existe una correlación entre la concentración aplicada (T0, T1, T2 y T3) y la presencia de metales pesados (cadmio y plomo).

En ambos casos, la correlación nos da valores muy cercanos al -1; indicando una alta correlación negativa entre la concentración aplicada y la presencia de metales pesados (cadmio y plomo).

V. DISCUSIONES

La influencia del extracto del alga Rhodophyta resultó ser favorable para el mejoramiento de parámetros fisicoquímicos en los nutrientes esenciales del suelo. Aunque no se obtuvieron el mismo margen de efectividad que otras investigaciones; Alobwede, Leake, y Pandhal, (2019) emplearon el alga *Chlorella* sp a concentraciones de 0.2, 2 y 4 g kg⁻¹ y lograron un aumento significativo en fósforo, nitrógeno y carbono. Además, Tamalas (2018, p. 49) afirma mediante su investigación que las algas marinas mejoran la calidad del suelo en un 23.4%. Esta diferencia de efectividad puede darse por la presencia de metales pesados que aún contiene nuestras de suelos.

Así mismo, las propiedades físicas de la muestra de suelo no muestran variaciones significativas; La textura del suelo no sufrió ninguna variación; en la temperatura, las muestras indicaron un valor final de 21°C a comparación de los 22°C iniciales; esto se debe a que es un parámetro que está influenciado a la temperatura ambiente u otros factores. Mientras que la densidad y la porosidad tuvieron variaciones despreciables. Por lo que posiblemente el uso del alga Rhodophyta no altera las propiedades físicas de los suelos contaminados.

Mientras que, en la evaluación de los parámetros químicos analizados en las muestras se obtuvo un ligero aumento en pH; mostrando un valor inicial en el T0 de 5.50 hasta un valor de 6.19 en el T3; lo cual da una variación de pH 0.69. Lo cual es consistente con las investigaciones de Mateo-Cid y Feliciano (2018), aunque estos obtuvieron un rango de variación más amplia lo cual quizá se deba a las distintas concentraciones empleadas o al tipo de alga; de igual forma Ubaldo (2015, p. 55) también lograron modificar el pH del suelo empleando algas marinas; este último autor, sostiene que las algas marinas neutralizan el pH, si es muy ácido hace que aumente el valor y si es muy alcalino que disminuya. En nuestra investigación el pH tratado inició con un valor ligeramente ácido y concluyó con un valor más cercano al neutro.

Por otro lado, los parámetros químicos sobre la fertilidad del suelo; en nitrógeno total, fósforo, carbono orgánico y en materia orgánica fueron favorecidos directamente al agregar la concentración del alga aplicada, siendo consistentes con las investigaciones de Alobwede, Leake, y Pandhal (2019) quienes realizaron su diseño experimental con dosis de 0,2; 2 y 4 g/Kg. Mientras que, en el parámetro de conductividad eléctrica, las muestras también se vieron favorecidas al disminuir este parámetro, los datos iniciales nos mostraron un valor promedio de 4,98 antes de las aplicaciones y luego fue descendiendo a 4,82, 4,58 y 4,38 según aumentaba las concentraciones del alga Rhodophyta, dando una efectividad máxima de 12.05% a una concentración de 2.5g/L. Uribe et al (2018, p. 58) también obtuvieron como resultados la disminución de la conductividad eléctrica; sin embargo, la efectividad que ellos obtuvieron fue de 79.44%. Esto quizá se deba los parámetros iniciales y los contaminantes que se encontraban en nuestra muestra de suelo, al ser el origen un botadero está más expuesto a minerales y metales pesados que aumentan la dificultad del tratamiento.

En la influencia del alga Rhodophyta sobre los metales pesados, también se obtuvieron resultados favorables; mostrando una ligera disminución en las concentraciones de cadmio y plomo según aumenta la concentración del alga. En promedio, el cadmio tuvo un valor inicial de 24,52 y fue disminuyendo a 22,36; 20,57 Y 18,93 con dando una reducción máxima del 22.80% a una concentración de 2.5%; mientras que el plomo varió de 14,63 como concentración inicial a 13,93; 13,10 y 12,31 mg/Kg en las aplicaciones (T1, T2 y T3); siendo la eficiencia máxima de 7.8% como un efecto remediador a una concentración de 2.5g/L. No se encontró evidencia de la aplicación de algas como tratamientos de suelos para la reducción de metales pesados, sin embargo, se realizó una comparación con un tratamiento en aguas; Moreno (2018), empleó las algas marinas para la reducción de cobre y plomo obteniendo una absorción de 120.25 mg de plomo por cada gramo de alga.

VI. CONCLUSIONES

Se demostrando que efectos favorables aumentan según se aumenta la concentración aplicada sobre los suelos contaminados. No altera las propiedades físicas del suelo; mejora en gran medida la calidad en los nutrientes esenciales y tiene un ligero efecto remediador sobre los metales pesados.

Demostrando que el aumento en las concentraciones del extracto del alga Rhodophyta no tiene relación significativa sobre las propiedades físicas del suelo del botadero de Mala en los parámetros de textura, temperatura, porosidad y densidad.

Se evaluó la influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros químicos de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021, demostrando que el aumento en las concentraciones del extracto del alga Rhodophyta tiene una alta correlación positiva en el aumento de los parámetros químicos de pH de 5,5 a 6,1, Nitrógeno total de 12 a 717mg/Kg, fósforo de 3,30 a 47,75mg/Kg, carbono orgánico de 3256,33 a 13093,04 mg/Kg y materia orgánica de 2,24 a 9.01%; empleando 20mL a una concentración de 2,5g/L durante 15 días. Es decir, a mayor concentración del alga, neutraliza el suelo contaminado y mejora los nutrientes esenciales. Mientras que, en la conductividad eléctrica se obtuvo una reducción de 4,98 a 4,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$; aplicando 20mL a una concentración de 2,5g/L durante 15 días.

Se evaluó la influencia del extracto de algas Rhodophyta en la presencia de metales pesados de los suelos contaminados del botadero de Mala, 2021. Determinando que el aumento en las concentraciones del extracto del alga Rhodophyta tiene una alta correlación positiva en la disminución de la concentración de los metales pesados en el cadmio y plomo; sin embargo, solo se logró una efectividad remediadora del 22.8 y 7.8% respectivamente, aplicando 20mL a una concentración de 2,5g/L durante 15 días.

VII. RECOMENDACIONES

Si se desea emplear el alga Rhodophyta con fines fertilizantes, es recomendable continuar con las investigaciones para determinar las concentraciones y dosis necesarias, ya que es un agente que posee altas concentraciones de elementos esenciales (nitrógeno, fósforo, carbono) para el rendimiento del suelo.

El uso de alga Rhodophyta tiene un margen de efectividad muy bajo para la disminución de concentración de metales pesados en suelos contaminados; sin embargo, es muy efectiva en medios acuosos, por lo que se recomienda realizar otro diseño experimental que favorezca el proceso remediador del alga Rhodophyta.

En diferentes investigaciones se han encontrado distintas formas de aplicación del alga Rhodophyta, en suelos se ha encontrado aplicación en extracto y en harina; mientras que en tratamientos se agua se ha empleado como bioadsorbente sumergiendo completamente el alga; por lo que se debería identificar cuál la forma de aplicación más eficiente.

La Rhodophyta se puede secar y refrigerar para evitar la descomposición del alga, sin embargo, es recomendable preparar las dosis necesarias que se van a utilizar en el momento de la aplicación.

REFERENCIAS

1. ABAD, Luis, y SANGURIMA, Álvaro. Análisis de correlación del desempeño estructural y funcional de la vía Cuenca – Molleturo – Naranjal, en el tramo puente Tamaindo – Jesús María. Tesis (Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30301>
2. ACOSTA, Carlos. El suelo agrícola, un ser vivo. Narraciones de la ciencia. Profesor Investigador, Facultad de Ciencias Agropecuarias [en línea]. pp. 55-59. [Fecha de consulta: 12 julio 2021]
3. ALIAGA, Isaac, VELASQUEZ, Frank, AMAYA, Julio, SICHE, Raul. El pH de los suelos de la sierra central del Perú en la calidad industrial de hojuelas de *solanum tuberosum* L. var. Capiro. Agroindustria Science. 2016. [Fecha de consulta: 11 julio de 2021]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1128>
4. ALFARO, Erberto, ORTIZ, Carlos, TAVAREZ, Carlos, GUTIÉRREZ, María y TRINIDAD, Antonio. Clasificaciones técnicas de suelos en combinación con el conocimiento local sobre tierras, en Santa María Jajalpa, Estado de México [en línea]. vol. 18, núm. 2, abril-junio, 2000, pp. 93-101. [Fecha de consulta: 12 julio 2021]. ISSN: 2395-8030
5. AZNABAN, T; VICENTE, L. Propuesta de un Plan HACCP para la línea de producción de canchita serrana para la empresa DELISNACK SAC, 2013. Tesis (Ingeniería). Lima, Perú, UNALM 155 p
6. BURBANO, Hernán. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista de Ciencias Agrícolas [en línea], vol. 33(2):117- 124, pp. 118-124. [Fecha de consulta: 12 julio 2021]. DOI 10.22267/rcia.163302.58. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/3106>
7. BERNAL, Andy, HERNÁNDEZ, Alberto, MESA, Michel, RODRÍGUEZ, Osmel, GONZALES, Pedro y REYES, Reynerio., 2015. Características de los suelos y sus factores limitantes de la región Murgas, provincia de La Habana. Cultivos Tropicales, Vol. 36, núm 2, pp. 30-40. [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021].

- Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193239249005>
8. BERTOMEU, José. Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València. Valencia: La imprenta, Comunicación Gráfica SL. 2002. 323 p. SBN: 84-370-5488-5
 9. CHERNOFF, H.; LEHMANN E.L. The use of maximum likelihood estimates in X² tests for goodness-of-fit. *The Annals of Mathematical Statistics*, (25), pp.579 - 586. [Fecha de consulta: 11 julio de 2021].
Disponible en:
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1128>
doi:10.1214/aoms/1177728726
 10. COTECNO. Homogeneizador. Equipos de Laboratorio General. 2020. Disponible en: <https://www.cotecno.cl/homogeneizador>
 11. CASTELÁN, Rosalía, LÓPEZ, Leticia, TAMARIZ, J. Víctor, LINARES, Gladys, CRUZ, Abel. Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla, México [en línea], *Terra Latinoamericana*, vol. 35, núm. 3, julio-septiembre, 2017, pp. 229- 235, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
[Fecha de consulta: 12 julio 2021]. ISSN: 2395-8030
 12. HEPP, Christian. Recuperación de suelos ácidos en la Patagonia. [en línea]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INFORMATIVO N° 323. [2019].
 13. INEI. PERÚ: Perfil Sociodemográfico. Informe Anual. Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. [2018], p. 641.
 14. LÓPEZ, Marina, PURIHUAMÁN, Celso. Impacto Ambiental Generado por el Botadero de Residuos Sólidos en un caserío de la ciudad de Chota. *Revista de Investigación y Cultura* [en línea], UCV HACER Rev. Inv. Cult. Volumen 7, N° 2, Julio - Septiembre 2018. [Fecha de consulta: 12 julio 2021] ISSN: 23058552
 15. HULLE, Lucía. y VILLALOBOS, Pablo. Remoción de metales pesados (mercurio y plomo) de soluciones acuosas sintéticas a diferentes concentraciones utilizando la microalga dulceacuícola *Scenedesmus acutus*. Tesis (Licenciado en Biología). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016.
Disponible en:
16. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/779/BC- TES->

- 5651.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. CONDOR, Minger (2020). Biorremoción de plomo en soluciones acuosas mediadas por microalgas a escala de laboratorio. Tesis (Ingeniería Ambiental). Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2020. Disponible en:
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1795/TS_CBMR_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 18. COTLER, Helena, CORONA, José y GALEANA, Mauricio. Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación. Investigaciones Geográficas, Instituto de Geografía UNAM. 2020. [Fecha de consulta: 11 julio de 2021]. Disponible en: [dx.doi.org/10.14350/rig.59976](https://doi.org/10.14350/rig.59976)
 19. CAMPOS, Rady, CHÁVEZ, Moisés y GORDILLO, Alder, 2020. Effect of organic matter and cation exchange capacity on the acidity of soils cultured with corn in two regions of Chiapas, Mexico. Terra Latinoamericana [en línea], vol. 38, no. 3, pp. 475-480. [Fecha de consulta: 5 junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506> ISSN: 23958030
 20. GARCIA, Annie, CABRERA, Erneste, NUÑEZ, Maria, DRECKMANN, Kurt, Actualización taxonomica de las algas rojas (Rhodophyta) marinas bentónicas del Atlántico mexicano. Act. Bot. Mex. 2020. N° 127. [Fecha de consulta: 11 julio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1677>
 21. GONZALEZ, Rosalina, ROMERO, Gabriel y ECHEVERRÍA, Miguel, 2020. Impacto ambiental en suelos sometidos a explosivos en San Luis, Tolima (Colombia). Revista Logos, Ciencia & Tecnología [en línea], vol. 12, no. 3, pp. 47-56. [Fecha de consulta: 5 junio 2021]. DOI 10.22335/rlct.v12i3.1254. Disponible en:
<https://revistalogos.policia.edu.co:8443/index.php/rlct/article/view/1254/1518> ISSN 2145549X
 22. LOAYZA, Rómulo. Características estructurales del cistocarpo de *Gelidium serrulatum* J. Agardh (Gelidiales, Rhodophyta) [en línea]. Artículo científico. Escuela de Biología en Acuicultura, Universidad Nacional del Santa. Chimbote, PERÚ. pp. 675-688. [2019]. [Fecha de consulta: 12 julio 2021]. DOI: 10.22497/arnaldoa.261.26210. ISSN: 2413-3299

23. LEÓN, Héctor, CRUZ, Carlos, DÁVILA, René, VELASCO, Fernando y CHAPA, José, 2015. Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea. In:
Revista mexicana de Ciencias Geológicas [en línea]. 2015. Vol. 32, n° 3, pp. 514-526. [Fecha de consulta: 3 julio 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v32n3/2007-2902-rmcg-32-03-00514.pdf>
24. LÓPEZ, Indira, MARTÍNEZ, Lisbel, PÉREZ, Geydi, REYES, Yanelis, NÚÑEZ, Miriam, y CABRERA, Juan. Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. Cultivos Tropicales, 41(2) [fecha de consulta: 08 de julio de 2021].
Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200010
25. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riesgo. (2017). Suelo. Disponible en <https://www.minagri.gob.pe/portal/43-sector-agrario/suelo>
26. NEL, Lucio. Metodología de la Investigación: Estadística Aplicada a la Investigación. Empresa editora Macro [fecha de consulta: 08 de julio de 2021]. Disponible en <https://editorialmacro.com/wp-content/uploads/2021/02/9786123045760.pdf>. ISBN: 9786123045760
NTP ISO/IEC 17025:2006: Requisitos generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración (INDECOPI, 2006)
27. NÚÑEZ, María, SENTIES, Abel, Dreckmann y LEÓN, Hilda. Biodiversidad de Solieriaceae (Gigartinales, Rhodophyta) en México. La elaboración de hipótesis científicas en estudios ficológicos. Revista de investigación y difusión sobre algas [en línea], vol. 3 n° 2 (2017), pp. 21-39. [Fecha de consulta: 12 julio 2021]. ISSN: 24488100
28. OROZCO, Alfonso, et al. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. Terra Latinoam [online]. 2016, vol.34, n.4, pp.441-456. [Fecha de consulta: 11 julio de 2021].
Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792016000400441&lng=es&nrm=iso ISSN: 2395-8030

29. Real Académica Española. Tubo de ensayo. Diccionario de la lengua española (22.a ed.) [en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/tubo#43dmXlv>
30. SÁNCHEZ, María, CRUZ, José y MALDONADO, Paula, 2020. Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina. Revista Finanzas y Política Económica [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 321-336. [Fecha de consulta: 5 junio 2021]. DOI 10.14718/REVFINANZPOLITECON.2019.11.2.6. Disponible en: <http://orcid.org/0000-0002-9325-9091><http://orcid.org/0000-0003-1550-6517><http://orcid.org/0000-0003-0107-6659> ISSN 20117663 Suelos Ácidos | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IYQ0LqHJUOQJ:w>
www.fao.org/soilsportal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelosacidos/es/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe
31. TAMALAS, Enrique. Efecto de los Extractos de Algas Marinas en la calidad y rendimiento en el cultivo de Papa. Tesis (Ingeniero Agrónomo). México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, s.f. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/593/T0>
32. TORRES, Patricia, BARBA, Luz, OJEDA, César, JONIER, Martínez. y CASTAÑO, Yulieth., 2014. Influencia de la edad de lixiviados sobre su composición físicoquímica y su potencial de toxicidad. IEn : Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica [en línea]. junio 2014. Vol. 17, n° 1, pp. 245-255.
[Fecha de consulta: 3 julio 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262014000100027
33. UBALDO, Gabriela. Efecto de la adición de algas marinas en las características de tres suelos y la producción de CO₂. Diploma (Especialización). México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2015. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42491/>
34. URIBE, María, MATEO, Luz, MENDOZA, Catalina, AMORA, Enriqueta, GONZALES, Daniel, y DURAN, Dagoberto. Efecto del alga marina

- Sargassum vulgare C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro. *Idesia*, 36(3)
[fecha de consulta: 07 de julio de 2021]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001202>. ISSN 0718-3429
35. VALENCIA, Santiago. Balanza Analítica. Aporte de la balanza analítica en la química, (5 de marzo de 2017). [Fecha de consulta: 14 julio 2021]. Disponible en: <http://svquimico-tqai.blogspot.com/2017/03/balanza-analitica.html>
36. VILLAFUERTE, Galo. Efecto de las algas marinas en la fertilización del cultivo de arroz. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2015. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8494/1/Villafuerte%20Abata%20Galo%20Enrique.pdf>
37. IRVINE, W.L.M., 2020. Estudio ecofisiológico de la zonación intermareal de las rodófitas estuáricas *Bostrychia scorpioides* (Hudson) Montagne ex Kützing y *Catenella caespitosa*. , no. December 2019. DOI 10.1007/s10531-019-01753- 4.Garc.
38. ESPINOSA-ANTÓN, A., 2020. Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. , vol. 20, no. 4, pp. 257-282. ISSN 2074-8647.
39. Salmerón, S. [Et. al.]. 2020. BIOFERTLIZACIÓN FOLIAR CON ALGAS MARINAS (Algae (L.)) A UN VIÑEDO Y SU RELACIÓN CON CONTENIDO DE HIERRO, FOTOSÍNTESIS Y RENDIMIENTO. [April, 2021]. DOI 10.47163/agrociencia.v54i7.2246.
40. TAHA, N., 2017. Influence of Azolla , Some Blue Green Algae Strains and Humic Acid on Soil , Growth , Productivity , Fruit Quality and Storability of " Canino " Apricot Cultivar Grown Under Clay Loamy Soil. , vol. 8, no. 1, pp. 1-
41. ALEBIDI, A., ALMUTAIRI, K., MERWAD, M., MOSTAFA, E. y SALEH, M., 2021. Effect of Spraying Algae Extract and Potassium Nitrate on the Yield and Fruit Quality of Barhee Date Palms., no. cm, pp. 1-9.
42. SHANTHAKUMAR, S. y KADIYALA, S.A., [2020]. Algalization of acid soils with acidtolerant strains: Improvement in pH , carbon content , exopolysaccharides indole acetic acid and dehydrogenase activity. , pp. 0-2. DOI 10.1002/ldr.3849.

43. GONZALEZ, A.Z., RODRÍGUEZ, B.R.L., ALVAREZ, A.I.M. y RODRÍGUEZ, H.R., 2015. Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid * Seaweed extract and its relation to photosynthesis and yield of a grapevine plantation Resumen Introducción. , pp. 2437-2446.
44. IL, J., NAM, S., WOONG, S., BAJAGAIN, R. y JEONG, S., 2019. Ecotoxicology and Environmental Safety Changes in soil properties after remediation influence the performance and survival of soil algae and earthworm. Ecotoxicology and Environmental Safety [en línea], vol. 174, no. November 2018, pp. 189-196. ISSN 0147-6513. DOI 10.1016/j.ecoenv.2019.02.079. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.079>.
45. MATEO-CID, L.E. y FELICIANA, E., 2018. Efecto del alga marina *Sargassum vulgare* C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro. , pp. 69-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001202>.
46. KHOLSSI, R., MARKS, E.A.N., MIÑÓN, J., MONTERO, O., DEBDOUBI, A. y RAD, C., 2018. Biofertilizing Effect of *Chlorella sorokiniana* Suspensions on Wheat Growth. Journal of Plant Growth Regulation [en línea], vol. 0, no. 0, pp. 0. ISSN 1435-8107. DOI 10.1007/s00344-018-9879-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-018-9879-7>
47. ALOBWEDE, E., LEAKE, J.R. y PANDHAL, J., 2019. Geoderma Circular economy fertilization: Testing micro and macro algal species as soil improvers and nutrient sources for crop production in greenhouse and field conditions. Geoderma [en línea], vol. 334, no. March 2018, pp. 113-123. ISSN 0016-7061. DOI 10.1016/j.geoderma.2018.07.049. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.049>.
48. FERRERA, R., [Et. Al] 2016. Procesos de biorremediación de suelo y agua contaminados por hidrocarburos del petróleo y otros compuestos orgánicos.
49. Revista Latinoamericana de Microbiología, vol. 48, no. 2, pp. 179-187. ISSN 01874640.
50. MÉNDEZ, B., [Et. al.], 2019. Uso potencial de la zeolita en la agricultura sustentable de la nueva revolución verde Potential use of zeolite on sustainable agriculture for the new green revolution. , vol. 6, no. 17, pp. 191-193. DOI 10.19136/era.a6n17.1810.

51. MEDJDOUB, R., [2017]. LA ALGAS MARINAS Y LA AGRICULTURA -I- productos agrícolas, minimizando y quizás eliminando los efectos negativos sobre el. LA, A.D.E. y VILLANUEVA, T., 2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental., pp. 12-15.
52. MORENO, Walter, 2018. Biosorción del cobre y plomo utilizando alga marina, cochayuyo pretratado (*chondracanthus chamissoi*) en efluentes líquidos de la planta concentradora de minerales - La Libertad - S.R.L. Tesis. Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo [Consulta: 24 de octubre del 2021]. Disponible en:
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11458?show=full>

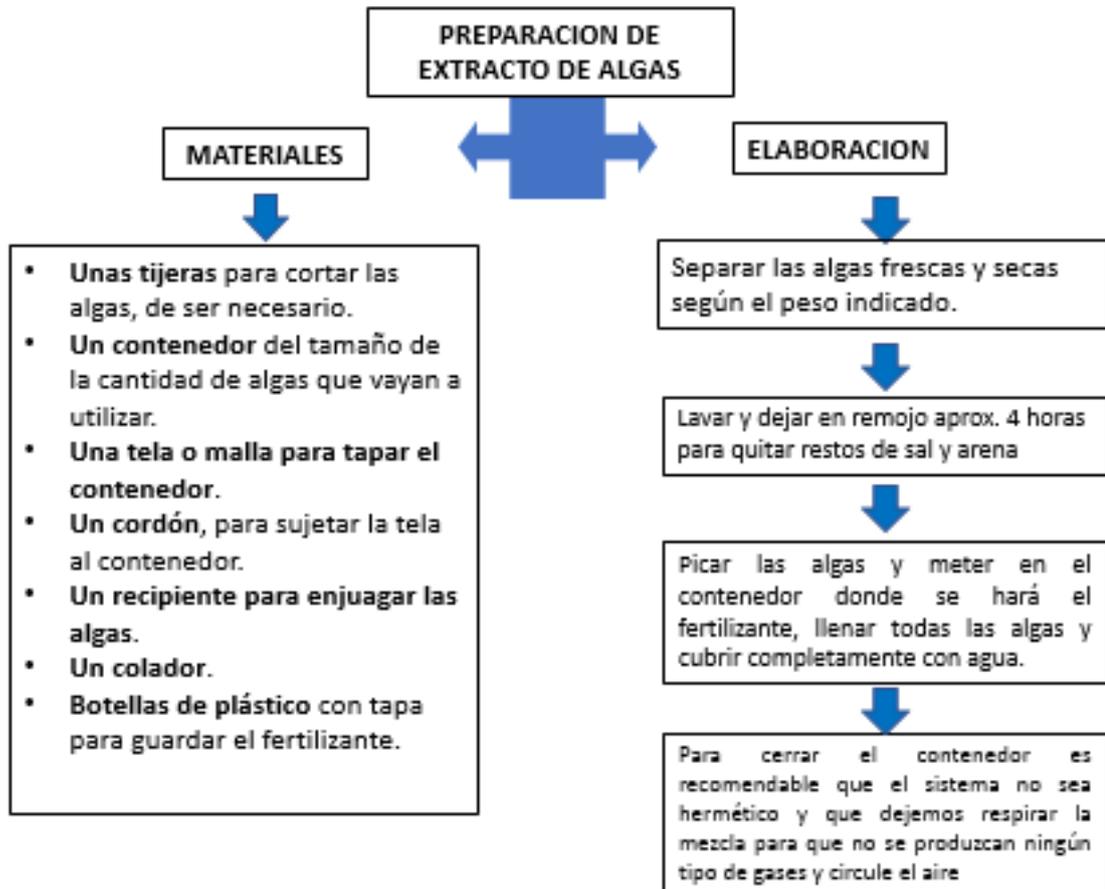
ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

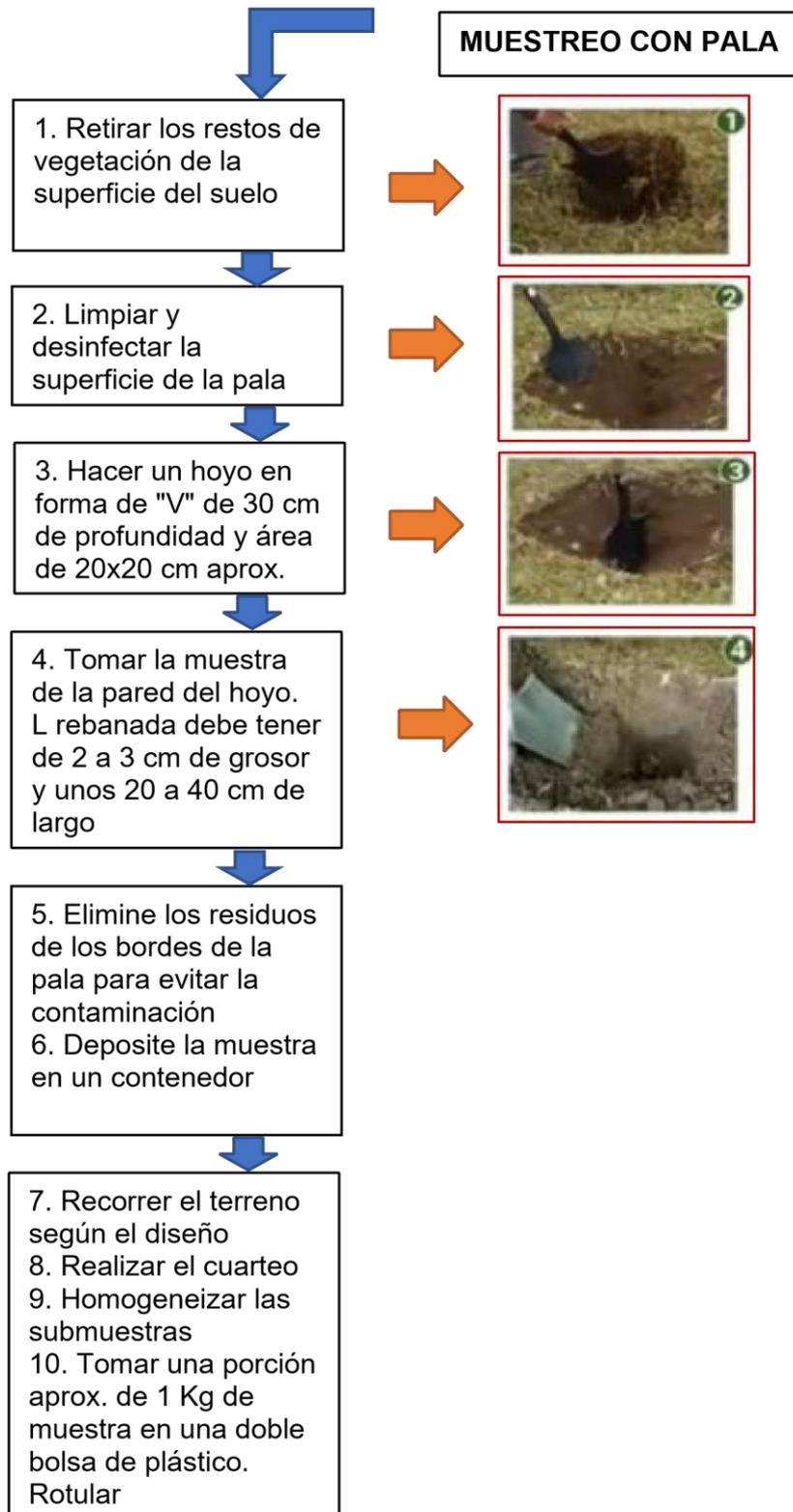
TÍTULO: “INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE ALGAS RHODOPHYTA EN LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE SUELOS CONTAMINADOS DEL BOTADERO DE MALA, 2021”								
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros físicoquímicos de suelos contaminados del botadero de Mala?	Evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta sobre los parámetros físicoquímicos del suelo del botadero de Mala, 2021.	El uso de extracto de algas Rhodophyta influye de manera positiva los parámetros físicoquímicos del suelo del botadero de Mala, 2021	INDEPENDIENTE Extracto de algas Rhodophyta	Las Rhodophyta, pertenecen a la familia de la Porphyridiaceae (Novelo, 2017). son considerada como las algas más notorias y representativas de su familia y la única considerada como macroalga, debido a su enfoque molecular y a su estructura física (García et. al, 2020, p. 15). Entre las características físicas del alga Rhodophyta, se puede visualizar su biotiola ubicado en su ostiolo, el cual se encuentra en la parte central del alga (Loayza, 2019, p. 32).	Definición operacional: Para la aplicación de algas sobre los suelos se está en las concentraciones de 1.25g/Kg; 1.875g/Kg y 2.5g/Kg (Zamora et al, 2021 y Cruzado, 2021) aplicado con una frecuencia de 20mL durante 15 días. El efecto ha sido probado con fines remediadores en aguas y con fines fertilizantes en suelos.	Concentración de algas	Masa de algas por volumen de agua	g/L
						Cantidad aplicada	Volumen aplicado por cantidad de muestra	mL/g

<p>¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en las propiedades físicas de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021?</p>	<p>Evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en las propiedades físicas de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021</p>	<p>El extracto de algas Rhodophyta, mejora las propiedades físicas del suelo del botadero de Mala, 2021</p>	<p style="text-align: center;">DEPENDIENTE Suelo contaminado</p>	<p>Castelán et al (2017, p. 20) hace mención que el suelo es un componente muy importante para toda actividad de los ecosistemas. El suelo es capa superficial terrestre, en la cual se realiza los procesos de meteorización, Entre las propiedades más resaltantes e importantes del suelo, se tiene a las propiedades físicas y químicas. Los nutrientes más importantes del suelo son el nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica los carbonatos etc. (Orozco, 2016, p. 18).</p>	<p>En el distrito de Mala hay un área de 12 hectáreas el cual se encuentra contaminado por residuos sólidos. Se tomó una muestra de este suelo para realizar pruebas físicas y químicas, en donde se incluyeron los parámetros de metales pasados. Las evaluaciones se realizarán antes y después de la aplicación de las algas.</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<p>Temperatura Textura</p>	<p>°C USDA</p>
<p>Porosidad</p>	<p>%</p>							
<p>Densidad</p>	<p>Kg/m3</p>							
<p>¿Cuál es la influencia del extracto de algas Rhodophyta en las propiedades químicas de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021?</p>	<p>Evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros químicos de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021</p>	<p>El extracto de algas Rhodophyta mejora los parámetros químicos de los suelos contaminados del botadero de Mala, 2021</p>				<p>Propiedades químicas</p>	<p>Potencial de hidrógeno</p>	<p>pH</p>
<p>Nitrógeno total</p>	<p>mg/Kg</p>							
<p>Fosfatos</p>	<p>mg/Kg</p>							
<p>Carbono</p>	<p>mg/Kg</p>							
<p>Materia orgánica</p>	<p>%MO</p>							
<p>Conductividad eléctrica</p>	<p>µS/cm</p>							
<p>¿Cuál es la influencia de extracto de algas rhodophyta en la presencia de metales pesados de los suelos contaminados del botadero de mala, 2021?</p>	<p>Evaluar la influencia del extracto de algas Rhodophyta en la presencia de metales pesados de los suelos contaminados del botadero de Mala, 2021</p>	<p>El uso de extracto de algas Rhodophyta disminuye en la presencia de metales pesados de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021.</p>				<p>Presencia de metales pesados</p>	<p>Cadmio</p>	<p>mg/Kg</p>
<p>Plomo</p>	<p>mg/Kg</p>							

2. Anexo - Preparación de extracto de algas



Anexo Procedimiento de muestreo de suelo in – situ



Anexo Ubicación de zona de muestreo

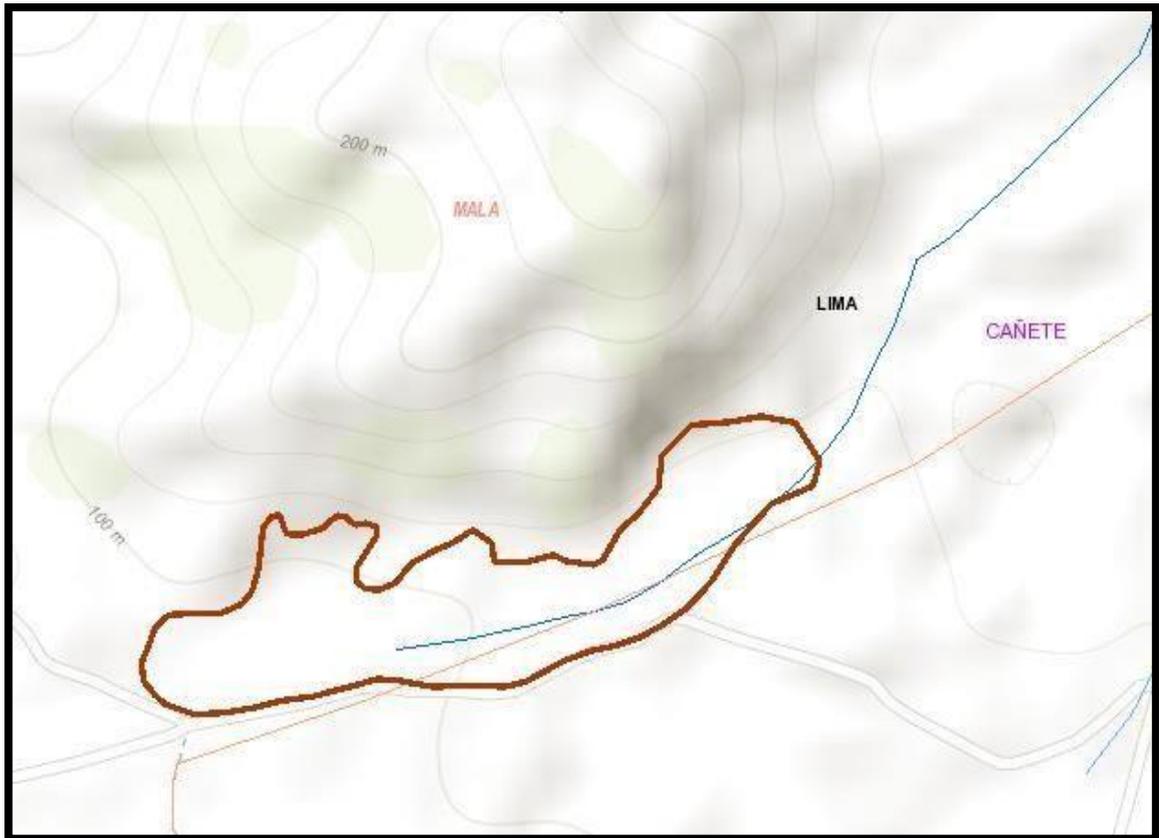
Distrito	Mala
Provincia	Cañete
Departamento	Lima
Perímetro (m)	2.287,45
Área (Ha)	12,76
Área (m ²)	127.648,52
Municipalidad que administra el área degradada	Municipalidad distrital de Mala
Denominación del área degradada	Botadero Zona de Calicanto
Este	327097
Norte	8593352
Zona	18
Tiempo de Actividad (Años)	No Precisa
Municipalidades que Disponen sus Residuos	Municipalidad distrital de Mala
Cantidad que Disponen Diariamente (Tn/Dia)	20
Actividades de Segregación	Si
Crianza de Animales	Si
Quema de Residuos	Si
Residuos de Establecimientos de Atención de Salud	Si
Residuos Industriales	No
Categoría	Recuperación

ANEXO Mapa de Ubicación de Botadero Calicanto (Fuente OEFA)



Figura. Estado actual de Botadero Calicanto
(Fotografía propia)

ANEXO Evidencia fotográfica de evidencia del muestreo



Residuos Sólidos

Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales

 Recuperación

Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales

 Reconversión

Cartografía base

Límites

Departamental



Provincial



Distrital



Hidrografía

Red hídrica

 Ríos

 Quebradas

Lagunas





Imagen. Reconocimiento de área de muestreo, toma de medida de extensión de la zona a muestrear



Imagen. Medición de área para muestreo



Imagen. Toma de muestra de profundidad de 30cm

ANEXO 7: Informe de ensayo muestra cero



INFORME DE ENSAYO N° 210043

Datos del Cliente :

Nombre del cliente : Cárdenas Mancilla, Diana Stephany / Quispe Laura, Alyn Angie
 Dirección del cliente : San Juan de Lurigancho
 Solicitado por : Cárdenas Mancilla, Diana Stephany / Quispe Laura, Alyn Angie
 Proyecto : "Influencia del extracto de algas Rhodophyta en los parámetros fisicoquímicos de suelos contaminados del botadero de Mala, 2021"
 Muestreo realizado por :
 Procedencia de la muestra : Mala
 Cantidad de muestras y presentación : 01 bolsa Ziplock de 500 mg.

Datos del Laboratorio:

Plan de muestreo : PLAN-21-0050-R0
 Producto : SUELO
 Fecha de recepción de muestra(s) : 23/10/2021
 Fecha de inicio del análisis :
 Fecha de emisión del Informe :

I. RESULTADOS

Código de Laboratorio			
Código de Cliente		S-01	
Tipo de Producto		Calidad de Suelo	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		23-10-2021 08:20 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		02-10-2021 10:30 Hrs	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		LAT 12.718461 LONG 76.599615	
Descripción de la Estación de Muestreo		BOTADERO MALA - MUESTRA INICAL	
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado
Ensayo Físico -Químico			
pH	Valor de pH	---	5.5
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1.7	5.0
Metales (ICP-AES) (Peso Seco)			
Cd Cadmio	mg/Kg MS	0.06	24.526
Pb Plomo	mg/Kg MS	0.89	14.650

Leyenda: L.C.M. = Limite de cuantificación del método,
 "(z)"=Resolución cuantificable, "---", = No Analizado,
 "<"= Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado.
 *Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (a) : Resultado referencial por no cumplir con criterios de la metodología al analizar.

II - MÉTODOS Y REFERENCIAS

Tipo Ensayo	Norma Referencia
pH	METHOD 9045D - SOIL AND WASTE pH
Conductividad Eléctrica	METHOD 9045D
Metales	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry ICP-AES.EPA Method 3050-B, Rev. 02., 1996 EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994

INFORME DE ENSAYO N° 210043

III. OBSERVACIONES

El lugar en que se realizan las actividades de laboratorio fue realizada en el Laboratorio/Campo.
 Para el presente Informe se utilizaron los siguientes procedimientos de monitoreo P-OPE-09,P-OPE-22,P-OPE-19,P-OPE-23,P-OPE-20, P-OPE-21.
 El alcance del ensayo en ug/m³ incluye el muestreo por parte de DAXEN LAB PERÚ S.A.C.
 Cuando se reporte la incertidumbre del resultado asociado, este se reporta utilizando un factor de cobertura de k=1.96 al 95% de confianza.
 Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL-DA.
 La(s) muestra(s) recepcionadas se encuentran cumpliendo lo establecido en la tabla del P-OPE-03 Métodos, preservantes y tiempo de vida.



FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 8: Certificado de INACAL del laboratorio WORLD CLEAN LABORATORY S.A.C.

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

WORLD CLEAN LABORATORY S.A.C.

Laboratorio de Ensayo
En su sede ubicada en: Calle Jose Santos Atahualpa N° 664 Urb. El Trébol IV Etapa, distrito de Los Olivos, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 24 de abril de 2019
Fecha de Vencimiento: 23 de abril de 2022

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA
Alejandra FAU 20600263015 soft
Fecha: 2021-02-17 17:35:41
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRÍGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Cédula N° : 251-2019-INACAL-DA
Contrato N° : 007-2019-INACAL-DA
Registro N° : LE-127

Fecha de emisión: 04 de febrero de 2021

*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 inicia a partir del 16 de diciembre de 2020, según Cédula de Notificación N° 541-2020-INACAL/DA

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

ANEXO 9: Panel fotográfico como evidencias de los experimentos desarrollados



Botadero Calicanto, Mala



Muestra De Control T0



Tratamiento T1



Tratamiento T2



Tratamiento T3



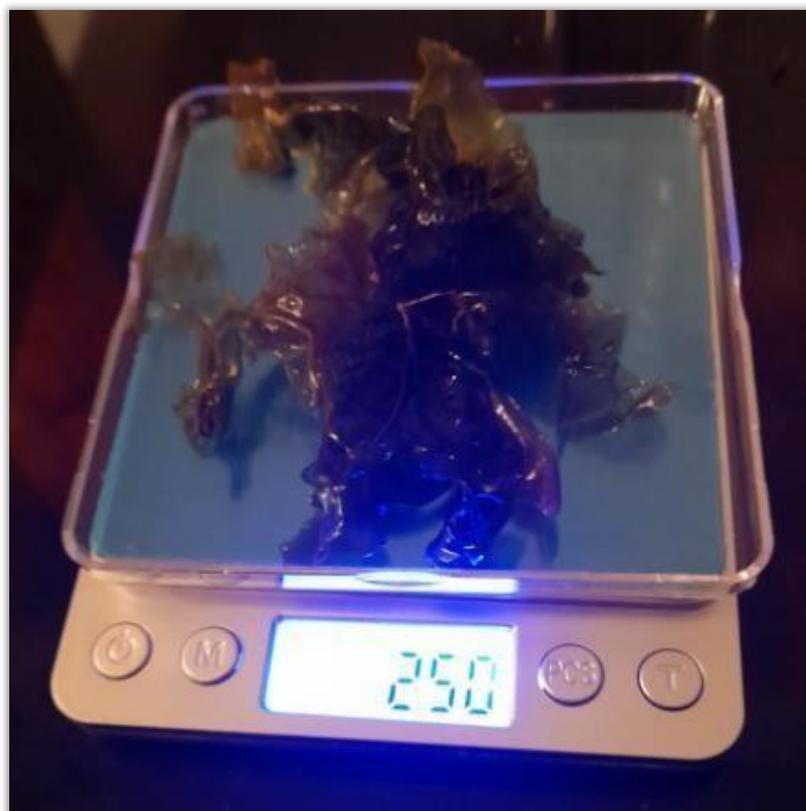
Tratamientos T1, T2 y T3



Peso de la Algas Rhodophyta 1.25 gr.



Peso de la Algas Rhodophyta 1.87 gr.



Peso de la Algas Rhodophyta 2.5 gr.



Concentración de extracto de algas 1.25 g/l, 1.875 g/l y 2.5 g/l.